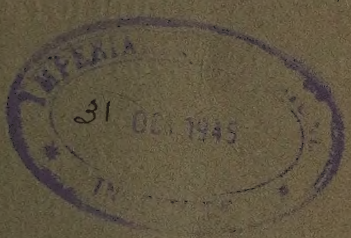
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE
DE BELGIQUE

TOME LXXIV. — DEUXIÈME SÉRIE
TOME XXIV. — FASC. 1 et 2.
1941 - 1942



IMPRIMERIE
J. DUCULOT
GEMBLOUX

Prière d'adresser les envois de livres, bulletins, etc., pour la Société Royale de Botanique de Belgique à l'adresse ci-après :

BIBLIOTHÈQUE

de la Société Royale de Botanique de Belgique

SIÈGE SOCIAL : JARDIN BOTANIQUE DE L'ÉTAT

236, rue Royale

BRUXELLES-BELGIQUE

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE DE BELGIQUE

BULLETIN

DE LA

Société Royale de Botanique de Belgique

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

fondée le 1er Juin 1862.

Publié avec l'aide de la Fondation Universitaire de Belgique.

TOME LXXIV

DEUXIÈME SÉRIE — TOME XXIV

BRUXELLES

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ : JARDIN BOTANIQUE DE L'ÉTAT

1941-1942

Composition du Conseil d'Administration de la Société Royale de Botanique de Belgique pour l'année 1941.

Président : M. P. van Oye (1941-1942) ;

Vice-présidents : MM. M. Homès, A. Monoyer et W. Robyns (1941-1942) ;

Secrétaire : M. E. Marchal (1937-1942) ;

Trésorier-bibliothécaire : M. E. Van Aerdschot (1937-1942) ;

Membres : MM. L. Hauman et P. Manil, le rév. Père Henrard (1939-1941) ;

MM. R. Bouillenne, A. Charlet et le rév. Abbé Jungers (1940-1942) ;

MM. A. Conard, H. Kufferath, J. Louis et M^{lle} G. Van Schoor (1941-1943).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 2 FÉVRIER 1941

Présidence de M. P. MARTENS, président.

La séance est ouverte à 15 h.

Sont présents : M. Autome, M^lle^ Balle, MM. Bastin, Beeli, Castagne, A. Conard, V. Conard, Desguin, Dupréel, Duvigneaud, Evens, Ferrand, Fröschel, Ghysels, Hauman, Heinemann, Homès, le rév. Abbé Jungers, MM. Kufferath, Léonard, Manil, Martens, Matagne, Panneels, Persy, Robyns, Rousseau, M^lle^ Spirlet, MM. Van Hoeter, van Oye, M^lle^ Van Schoor, et le secrétaire.

Se sont excusés : MM. Bouillenne, Charlet, De Wildeman, M^lles^ Fritsché et Gremling, le révérend Père Henrard, MM. Lathouwers, Louis, M^lle^ Moulaert, MM. Van Meel, Verleyen et Verplancke.

L'assemblée entend les communications suivantes :

MM. P. van Oye et Fr. Evens. — Étude biologique des Desmidiées du Kranepoel.

La florule Desmidienne de l'étang nommé Kraenepoel, près de Bellem, entre Bruges et Gand, compte 177 espèces et variétés.

Le Kraenepoel est situé au milieu du district flandrien. Celui-ci était englobé autrefois dans le district campinien de Crépin. Mac Leod, en 1893 et Massart, en 1908, firent observer l'aspect particulier que la région ouest avait subie sous l'influence de l'homme et lui donnèrent le nom de district flandrien.

Alors que l'étude de tout le district campinien actuel, c'est-à-dire la province d'Anvers et le Limbourg, n'a révélé que 162 espèces et variétés de Desmidiées, le Kraenepoel, à lui seul, avec sa superficie de 20 Ha. 24 a., en compte 177.

Le grand nombre de Desmidiées est dû au fait que cet étang se trouve dans un stade de transition. En effet son pH oscille entre 6 et 7.6, alors que le pH des eaux en équilibre biologique ne varie en Belgique tout au plus que d'une unité dans le courant d'une année.

La flore Desmidienne du Kraenepoel se compose de trois groupes d'éléments : 1° d'autochtones, 2° d'ubiquistes et 3° d'éléments nouveaux.

Le nombre d'espèces qui appartiennent aux genres adaptés à un milieu acide a diminué ; celui des genres adaptés à un milieu alcalin a augmenté. Le nombre d'espèces qui appartiennent aux genres que l'on trouve surtout à un pH aux environs de 7, n'a pas changé.

La flore Desmidienne du Kraenepoel appartient à trois associations algales, le *Closterietum communae*, l'*Euastreto-Micrasterietum* et le *Crosmarieto-Staurastretum*.

Six faits se tiennent donc étroitement :

1° l'oscillation anormale du pH ;

2° le grand nombre de Desmidiées dans cet étang de petite superficie ;

3° la diminution des formes de milieu acide et l'augmentation des formes à pH élevé en comparaison avec la flore Desmidienne campinoise ;

4° la présence de trois groupes de Desmidiées : les autochtones à caractère campinien, les ubiquistes et les nouvelles acquisitions à caractère flandrien.

5° la présence de trois associations algales, dont l'une se rencontre surtout à un pH en-dessous de 7, la seconde aux environs de 7 et la troisième au-dessus.

6° l'absence complète, tout comme dans le district campinien, des formes caractéristiques trouvées dans la Haute Fagne.

De tous ces faits on peut conclure que le Kraenepoel a fait partie du district campinien, qu'il se trouve actuellement dans un stade d'évolution qui va d'un étang oligotrophe campinien, vers un étang eutrophe flandrien.

Enfin les résultats de cette étude, les résultats de son étude de la Haute Fagne, ainsi que ceux du district campinien comparés avec les données de la littérature permettent à l'auteur de formuler une loi biologique qu'il appelle la loi biogéographique du pH. Il l'énonce comme suit : Des régions polaires à l'équateur, les Desmidiées s'adaptent à un pH de plus en plus élevé (P. van Oye, De algemeene Biologie en de studie des Desmidiaecën in België. Meded. Koninkl. Vl. Acad. 1941, 3, 1-48).

(Le travail *in extenso* a paru dans *Biologisch Jaarboek*, 1941, 8, 170-297).

M^lle E. Fritsché. — Éthologie de *Bellis perennis* (présenté par le secrétaire) (voir ce *Bulletin*, p. 11).

M. P. Manil. — Les antagonismes microbiens.

M. Manil commence par situer le problème : les phénomènes d'antagonisme sont très nombreux chez les microbes, soit qu'il s'agisse d'« autoantagonisme », c'est-à-dire de la production par une espèce microbienne donnée de substances ou, plus généralement parlant, de conditions qui limitent son propre développement ; soit qu'il s'agisse d'« hétéroantagonisme », c'est-à-dire des diverses formes que revêt la concurrence vitale des différentes espèces microbiennes (bactériennes ou fongiques) les unes vis-à-vis des autres.

Certains phénomènes d'autoantagonisme sont banaux : accumulation dans les milieux de culture de produits toxiques : alcools, acides, composés ammoniacaux, etc.

Dans d'autres cas, le phénomène n'est pas aussi simple : cas des « antivirus » de Besredka, notamment. Ou encore, à propos de bactériophagie, existence de souches lysogènes à côté de souches sensibles.

Quant aux phénomènes d'hétéroantagonisme, M. Manil cite toute une série d'exemples extraits de travaux se rapportant à la bactériologie ou à la pathologie végétale.

Il s'agit notamment de l'action toxique des filtrats de culture de B. pyocyanique, des substances « empêchantes » produites par *B. prodigiosus* vis-à-vis du bacille diphtérique, du pneumocoque, etc. ; de certaines particularités du *B. Coli* ; de l'antagonisme exercé par les *Actinomyces* vis-à-vis des Bactéries en général ; et enfin, de nombreux cas d'antagonisme montrés par les Moisissures. Un des cas les plus typiques est celui de *Trichoderma lignorum*, dont on aurait extrait deux substances particulièrement actives.

Là où elle a pu être établie, la base des phénomènes d'hétéroantagonisme observée repose sur l'un ou l'autre des points suivants :

Concurrence vitale simple, par épuisement du milieu de culture par l'organisme dont la croissance est la plus rapide ;
Action des produits principaux du métabolisme microbien (acides, NH^3, etc.) ;
Action des diastases produites ;
Actions de nature physico-chimique (pH, rH^2, tension superficielle, etc.) ;
Action de véritables toxines ;
Actions à distance de nature inconnue.

M. P. Duvigneaud. — Hydrates de carbone et hydratation des navets fourragers de la région bruxelloise (voir ce *Bulletin*, p. 20).

M. P. Duvigneaud. — Associations épiphytiques de la Belgique (voir ce *Bulletin*, p. 32).

V. Conard. — Sur la pathologie de la mitose (voir ce *Bulletin*, p. 54).

M. P. Martens, président sortant, présente ensuite un bref rapport sur l'activité de la société pendant les années 1939 et 1940. Il rappelle les principaux travaux présentés aux séances et ajoute quelques renseignements sur la publication du Bulletin. Il évoque ensuite la tragique période du printemps 1940, qui a brutalement interrompu nos activités scientifiques, rappelle au souvenir de l'assemblée les membres disparus et rend un hommage particulier à la mémoire de deux d'entre eux, morts au champ d'honneur, Raoul Mosseray et Léon Delarge.

« Quant à ces deux-là, ajoute-t-il, comment pourrions-nous en parler sans des sentiments où se mêlent, sans se contrarier, l'amertume, le respect, la gratitude. Gratitude et respect, car ils sont morts sous l'uniforme du soldat — c'est-à-dire du « serviteur », du défenseur du bien commun — pour une cause noble, élevée et juste, pour une cause qui n'était pas la leur propre mais la nôtre, celle de nous tous, dans ce pays que nous avons le droit et le devoir d'aimer. Et ce n'est pas parce que le sort a provisoirement trahi cette cause sur le plan matériel, que leur sacrifice est moins grand, leur courage moins méritoire, et moins impérieuse notre dette envers leur mémoire.

Gratitude, mais amertume aussi ! Car ils avaient tous deux une authentique vocation de botaniste, les qualités propres à la faire fructifier et la jeunesse qui allait leur permettre de l'épanouir. C'est une perte cruelle pour la botanique belge et l'anéantissement de grands espoirs fondés.

Raoul Mosseray, mort héroïquement à Pittem, le 27 mai 1940 — et cet adverbe galvaudé traduit ici la réalité la plus stricte — était en passe de devenir un de nos meilleurs systématiciens. Sa formation était très complète. Il était licencié en philosophie thomiste, ingénieur-agronome et docteur en sciences naturelles. Ses premières recherches avaient porté sur la physiologie et la systématique des moisissures du groupe *Aspergillus*, sujet de sa thèse doctorale, faite à l'Institut Carnoy, à Louvain. Puis il avait été nommé assistant au Jardin Botanique de l'État et s'était lancé, avec cette ardeur, cet enthousiasme et cette ténacité ardennaise qui étaient sa marque, dans l'étude de la flore belge et, plus récemment, dans son étude phytosociologique. Ses contributions dans ce domaine étaient déjà nombreuses et appréciées et la plupart ont paru dans le Bulletin de notre Société.

Léon Delarge fut blessé mortellement, ce même 27 mai 1940, sur le front de la Lys et mourut à Gand quelques jours après, le 31 mai. Plus jeune que Mosseray, il venait

seulement d'achever son Doctorat en sciences à l'Institut Botanique de l'Université de Liége. Mais ses qualités s'étaient déjà manifestées dans plusieurs notes et articles. En outre, le Jury du Concours Universitaire venait, au printemps dernier, de couronner premier *ex-aequo* — et avec la plus parfaite unanimité — son volumineux mémoire sur la culture des méristèmes radiculaires, mémoire important où s'affirmait le travailleur acharné et patient, le chercheur d'une magnifique probité, soucieux de méthodes impeccables et de rigoureuses vérifications ».

Il est ensuite procédé aux élections statutaires.

Sont désignés : en qualité de président : M. P. van Oye (1941-1942) ; en qualité de vice-présidents : MM. M. Homès, A. Monoyer et W. Robyns (1941-1942) ; en qualité de membres du Conseil d'Administration : MM. A. Conard, H. Kufferath, M^lle G. Van Schoor (1941-1943), M. J. Louis (1941-1942) et le Révérend Père Henrard (1941).

L'Assemblée approuve ensuite les comptes de 1940 et le projet de budget pour 1941 présenté par le Conseil d'Administration.

Elle procède à la désignation du jury pour les prix de fondation de la Société. Sont désignés pour constituer le jury du prix « Léo Errera », MM. R. Bouillenne, L. Hauman et P. Martens, pour constituer le jury du prix « Crépin », MM. Beeli, L. Hauman et W. Robyns.

Sont proclamés membres de la Société :

M. Victor Conard, étudiant, 1850, chaussée de Wavre à Auderghem, présenté par M. A. Conard et le secrétaire.

M. J. E. De Langhe, ingénieur, 9, Osylei, Mortsel-Anvers, présenté par M. Hostie et le secrétaire.

M. Fr. Evens, Zandberg, 2, Gand, présenté par M. P. van Oye et le secrétaire.

M. P. Fröschel, docteur en sciences, 30, rue du Gouvernement provisoire, à Bruxelles, présenté par M. Funke et le secrétaire.

M. Jean Léonard, étudiant, 28, rue Guillaume Kennis, Schaerbeek, présenté par MM. L. Hauman et P. Duvigneaud.

M. J. Marlier, docteur en sciences zoologiques, 107, rue Defacqz, Saint-Gilles-Bruxelles, présenté par MM. Hauman et Homès.

M^me Purnal-Hardy, à Devant-le-Pont (Visé), présentée par MM. De Wildeman et P. Hardy.

M. R. Pittery, Quai Saint-Georges, 5, Gand, présenté par M. P. van Oye et le secrétaire.

M. C. Vanden Berghen, régent, 65, avenue Jean Dubrucq, Molenbeek-Saint-Jean, présenté par MM. P. Heineman et Fr. Panneels.

M. W. Wouters, ingénieur agronome colonial, 174, rue du Moulin à Bruxelles, présenté par M. A. Conard et le secrétaire.

La séance est levée à 17 h. 30.

ORGANOGRAPHIE ET ÉTHOLOGIE DE *BELLIS PERENNIS*

par **Emma FRITSCHÉ**
professeur honoraire au Lycée de l'Etat à Seraing et à l'Ecole normale de l'Etat à Liége.

INTRODUCTION.

Le genre BELLIS n'a guère attiré l'attention des Botanistes ; cette plante, en effet, n'est mentionnée pour ainsi dire que dans les Flores dont les auteurs sont unanimes à lui attribuer « une tige très courte, en partie souterraine, oblique, tronquée ; des feuilles en rosettes, « radicales ; et comme habitat, les prairies ». Mais tandis que certains la trouvent en outre dans les pâturages et les bois, d'autres signalent sa présence dans les pelouses.

La flore belge n'en possède qu'une espèce : *B. perennis* ; mais dans l'Europe méridionale, elle est accompagnée de : *B. annua* petite plante annuelle, à tige très courte, cinq ou six feuilles, une racine pivotante ; et *B. sylvestris* qui diffère de *B. perennis* par ses feuilles lancéolées et trinerviées.

Aucun renseignement en ce qui concerne ni la plantule ni le développement de la plante adulte ; enfin, de l'Éthologie, il n'en est question nulle part.

* * *

Les observations présentées ici vont nous permettre de combler quelques lacunes et de rectifier quelques erreurs.

Nous allons tout d'abord faire

I. L'ANALYSE des fleurs, des fruits, des plantules, des plantes adultes.

Nous considérerons ensuite :

II. L'ÉTHOLOGIE de la floraison, de la fructification, de la germination, et de l'habitat.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942.
Communication faite à l'assemblée générale du 2 février 1941.

I. ANALYSE.

Les *fleurs* sont très petites, sessiles, très nombreuses et serrées les unes contre les autres, occupant la partie supérieure d'une tige nue : l'inflorescence est donc un capitule, il est entouré d'une série de bractées (fig. 1). Il y a deux sortes de fleurs, d'aspect très différent : les unes sont jaunes, occupent l'intérieur de l'inflorescence, leur corolle a la forme d'un tube minuscule (fleurons tubulés fig. 2) dont le bord présente cinq dents, il y a donc cinq pétales ; les étamines sont peu visibles, au nombre de cinq, soudées par leurs anthères (synanthérées) ; l'ovaire est infère. Les autres fleurs sont blanches, formant une collerette périphérique, elles diffèrent en outre des précédentes par l'absence d'étamines et par la forme de la corolle qui est fendue dans le sens de la longueur, et rejetée au dehors comme une languette (fleurons ligulés). Les caractères que nous venons de rappeler sont ceux de la famille des Composées, tribu des *Radiées*.

La fig. 1, qui représente une coupe longitudinale dans un capitule, permet de constater que la partie supérieure de la tige a la forme d'un cône et non d'un disque comme chez la plupart des autres Composées ; ceci est une forme de transition entre le capitule et l'épi ; cette comparaison devient encore plus apparente à l'époque de la fructification (fig. 3 et 4) lorsque la région florifère de la tige s'allonge sensiblement.

La maturation se fait successivement de bas en haut (de la périphérie vers le centre lorsque le disque est plat), ce qui est normal.

Les *fruits* (fig. 4, 5) sont des akènes aplatis latéralement et qui ne possèdent qu'un léger rebord à la partie supérieure, vestige d'un calice rudimentaire.

Lorsque les conditions sont favorables (1), la germination commence après quatre ou cinq jours. La *plantule* (fig. 6) possède deux cotylédons épigés, une racine (r. p.) relativement longue. Quelques jours plus tard, l'axe hypocotylé se courbe (fig. 7), amenant le nœud cotylédonnaire au contact du sol ; des racines adventives naissent à ce niveau (fig. 8, r. a.), s'allongent dans le sol, puis se contractent, ce qui a pour effet d'attirer une partie du nœud cotylédonnaire dans le sol. Les premières feuilles végétatives ne tardent pas à apparaître (fig. 9. Pl. II), mais les entrenœuds restent très courts, de sorte que la tige n'est pas apparente et que les feuilles semblent sortir du sol, c'est ce qui leur a valu la dénomination impropre de « radicales ».

En même temps que les feuilles, des racines adventives de plus en plus nombreuses naissent sur la tige, tandis que la racine principale et l'hypocotyle meurent et disparaissent, laissant une cicatrice (c.).

Le produit de l'élaboration foliaire s'accumule en grande partie dans la tige

(1) Nous considérerons des semis faits au mois de juillet, et les développements successifs des plantes provenant de ces semis ; mais comme la germination se fait à toutes les époques de l'année, lorsque la température est clémente, il va de soi que, dans les pelouses, on trouvera côte à côte, tous les stades de développement.

qui s'épaissit, formant un petit *tubercule*. Les feuilles ne tardent pas à s'appliquer sur le sol en une mosaïque où l'on peut reconnaître le type phyllotaxique 3/8 (fig. 10, Pl. I).

Après trois ou quatre semaines, c'est-à-dire vers le commencement de septembre, un jeune capitule apparaît comme une petite sphère, au centre de la rosette (fig. 11. Pl. I) ; la coupe longitudinale qui est représentée dans cette figure montre que la hampe prolonge le sommet et que des bourgeons sont déjà développés dans l'aisselle de chaque feuille ; comme celles-ci sont très rapprochées les unes des autres, le tout forme un fouillis dans lequel il est difficile, à première vue, de reconnaître que la hampe est terminale et que les bourgeons sont latéraux. D'ailleurs, des observations attentives permettent de voir apparaître un capitule au sommet de chacun des bourgeons (fig. 12. S^2). La figure 13 représente un de ces bourgeons isolé et agrandi, il est terminé par une inflorescence, S^2, flanquée elle-même de bourgeons aissellaires S^3. Ceux-ci ne tarderont pas, à leur tour, de montrer chacun leur hampe terminale.

Ceci explique l'extraordinaire abondance de la floraison de cette plante. De plus, chacun de ces bourgeons est l'origine d'un rameau ; mais tous ces rameaux ne se comportent pas de la même manière : tandis que quelques uns seulement se tubérisent à la façon de la tige principale, d'autres s'allongent (fig. 12, S^2), leurs entre nœuds sont longs et grêles, ils ne produisent pas de racines, ils se dirigent horizontalement sur le sol à la façon de petits stolons ; ils rayonnent tout autour de la tige principale et la plante reste dans cet état à peu près stationnaire pendant les froids de l'hiver. La fig. 14 représente ce stade, on y reconnaît la tige principale tubérisée, ayant à sa base la cicatrice (c.) de l'hypocotyle, et à son sommet (S^1) la cicatrice de la hampe florifère. Deux stolons sortant respectivement de l'aisselle de deux feuilles supérieures disparues, se dirigent l'un à droite, l'autre à gauche du dessin. Celui de gauche montre clairement qu'il est formé d'une série de rameaux dont chacun se prolonge en une inflorescence ; celles-ci sont marquées successivement S^2, S^3, S^4, la ramification est donc sympodique.

Vers le milieu du printemps suivant, l'extrémité de chacun des stolons s'épaissit, prend racines et produit une rosette de feuilles. C'est ce que l'on remarquera dans la figure 15. La plante représentée dans ce dessin prouve : 1° que l'ensemble est un sympode ; 2° que deux sortes de rameaux se succèdent, les uns tubérisés, fixés au sol par des racines, les autres stoloniformes, libres, ne portant pas de racines ; 3° que les parties tubérisées alternent avec les stolons ; 4° on peut en outre envisager le cas où les parties vieilles viendraient à périr et mettraient en liberté les tubercules de la périphérie ; chacun de ces derniers serait le point de départ d'une plante nouvelle (bouturage naturel).

La figure 16 est le dessin d'une plante vue par sa partie supérieure et ayant crû en chemin herbeux, continuellement piétiné. Son tubercule point de départ (dont le sommet nécrosé est marqué Fl^{38} (pour indiquer que la floraison a eu lieu en 1938), a donné une succession de rameaux dans lesquels on distingue, bien que la plante soit plus ou moins rabougrie, des zones grêles alternant avec des zones

tubérisées. Les extrémités des rameaux vivants sont marquées Fl^{40} parce que la plante a été observée pendant la floraison qui a eu lieu à cette époque.

Cet échantillon confirme une fois de plus que la ramification est sympodique. Le schéma fig. 17 met en évidence les particularités de la croissance du Bellis perennis. Les proportions de ce schéma sont quelque peu exagérées intentionnellement.

Le tubercule primordial y est figuré en noir, il présente une cicatrice de base (c.) qui est celle soit de l'hypocotyle, soit du stolon qui lui a donné naissance. Les pointillés sont destinés à différencier les rameaux successifs, dont les uns, plus anciens, ont leur sommet nécrosé par la disparition des hampes, tandis que les autres ont leur sommet qui se prolonge en une hampe qui est encore en place.

En résumé : Il résulte de cette étude : 1. que les hampes florifères de la Pâquerette sont terminales ; 2. ce qui provoque la formation d'un sympode ; 3. que cette plante possède deux sortes de rameaux : les uns tubérisés portant racines, les autres stoloniformes sans racines ; 4. que toutes les parties végétatives s'appliquent étroitement sur le sol, seules les hampes florifères sont dressées.

II. ETHOLOGIE.

Les Pâquerettes croissent en abondance principalement dans les pelouses, où elles paraissent se propager spontanément.

a) *Floraison* : A mesure que les fleurs s'épanouissent, la hampe s'allonge perpendiculairement au sol et finit par atteindre 10 à 12 centimètres. Les fleurs peuvent ainsi s'étaler au dessus de l'herbe à la vue des insectes.

b) Lorsque les premiers *akènes* commencent à se détacher, la hampe s'incline (fig. 14, S^2), permettant la chute des fruits mûrs en dehors de la zone des rosettes foliaires. Ceci pourrait être considéré comme un mode de dissémination. Celui-ci serait cependant très précaire, car si le sol n'est pas en pente, les akènes tombent inévitablement les uns à côté des autres entre les brindilles, et les plantules qui en résultent se gênent mutuellement. C'est ce qui se passe lorsque la plante est abandonnée à elle-même ; mais dans les pelouses, l'homme intervient par la faux et le plus souvent par la tondeuse. Celle-ci, en effet, emporte en tourbillons les capitules en sectionnant leurs hampes dressées, et c'est ainsi que les akènes sont projetés au loin. Chacun d'eux est le point de départ d'une nouvelle plante. Les Pâquerettes sont donc disséminées dans les pelouses bien entretenues.

Quant aux akènes se trouvant dans les chemins herbeux, ce sont les promeneurs qui les lancent plus loin, en piétinant maladroitement le tapis de verdure.

c) *Plantules*. Nous avons signalé la courbure de l'hypocotyle qui précède l'apparition des feuilles végétatives. Il faut remarquer, à ce propos, que la première fonction de l'hypocotyle est de se dresser et de porter ainsi les cotylédons en pleine

lumière au dessus du niveau de l'herbe ; il ne se courbe qu'au moment où il serait trop faible pour supporter le poids des feuilles et de la tige qui s'épaissit, mais il ne disparaît pas tout de suite, car il doit conduire la sève puisée dans le sol par la racine principale. Les racines adventives interviennent peu après pour fixer la tige au sol et y puiser la nourriture, c'est alors seulement que l'hypocotyle se résorbe : son rôle est terminé.

d) *Plantes adultes.* Les Pâquerettes se propagent à la manière des Fraisiers ; bien que leurs stolons soient relativement courts, ils suffisent à éloigner les nouvelles rosettes de feuilles à une distance convenable les unes des autres, de façon qu'elles ne se recouvrent pas.

Les plantes s'étalent ainsi en un tapis qui finit par étouffer l'herbe en s'appliquant étroitement sur le sol. Cette disposition les met en outre à l'abri de la tondeuse qui passe sans leur causer aucun dommage. Au contraire, le jardinier qui tond la pelouse dégage les Pâquerettes et favorise leur développement en raccourcissant l'herbe, de sorte que si l'on néglige de tondre les pelouses, on voit disparaître les Pâquerettes parce qu'elles sont étouffées par l'herbe devenue trop haute.

Quant aux chemins herbeux, sa présence est due au passage des piétons qui usent l'herbe sans écraser les Pâquerettes ; le rôle des promeneurs aboutit donc à peu près au même résultat que celui de la tondeuse.

Il résulte de ces observations que cette plante ne peut se développer ni dans les bois touffus, ni dans les prairies où l'herbe n'est fauchée que deux fois par an.

* * *

Cette étude a nécessité une série d'observations longues, patientes et souvent vérifiées. Il n'a donc pas suffi de « regarder nonchalamment autour de soi » comme disait J.-J. Rousseau, il a fallu, au contraire, étudier la plante à des stades différents et même provoquer des expériences. Mais ce genre de travail présente un intérêt particulier parce qu'il est à la portée de tous, il ne nécessite pas une technique spéciale ni une installation de laboratoire. Ce procédé est intéressant parce qu'il montre la plante en lutte avec le milieu ambiant et sa façon de triompher passivement.

L'Ethologie est donc le complément nécessaire à l'organographie, elle devient indispensable dans l'enseignement où elle permet de susciter l'enthousiasme par des réflexions intelligentes.

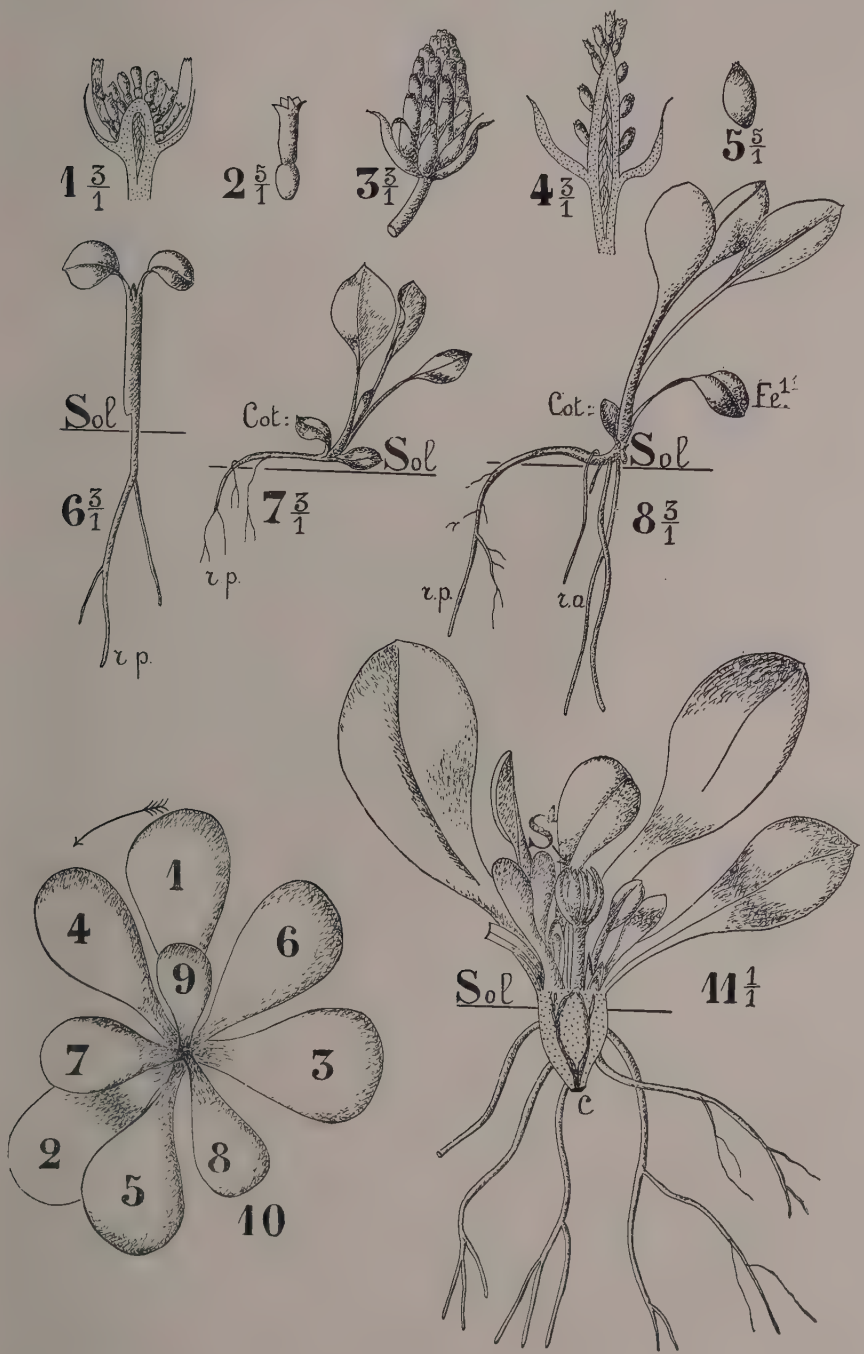
« Connaître les plantes (1), ce n'est certainement pas l'art de les décorer d'une » double dénomination latine, ni de les collectionner en herbier, ni de décrire quelques » types déterminés depuis la pointe des racines jusqu'à la graine. Connaître les » plantes, c'est bien autre chose que tout cela, c'est, étant en possession d'un spé-

(1) A. Gravis et J. Goffart. *Méthodologie de la Botanique*, p. 25 et 26. Éd. I. Vanderpoorten, rue de la Cuiller 18, Gand.

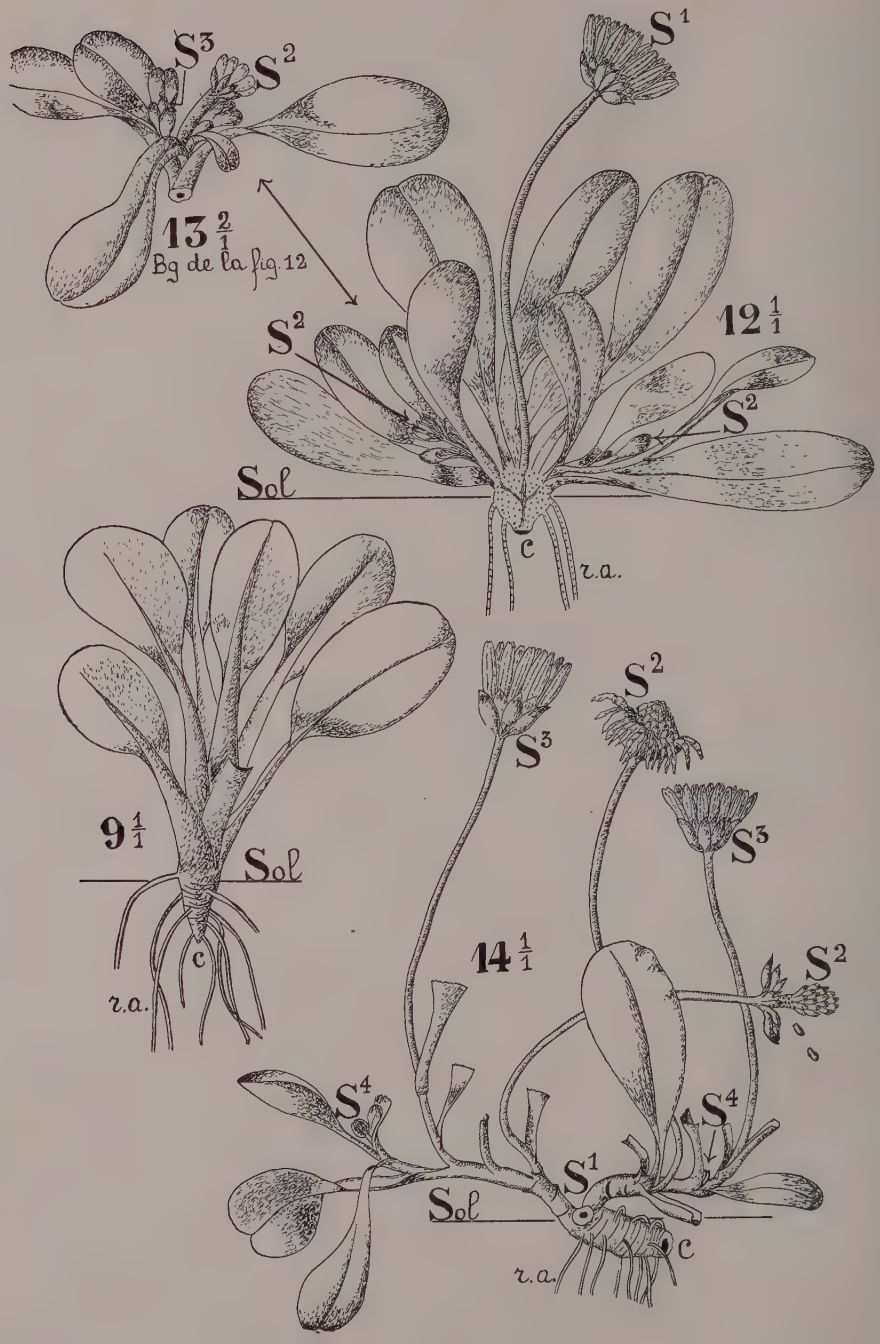
» cimen complet, être à même de décrire et de dessiner ce qui est visible à l'œil » nu, de distinguer l'important de l'accessoire, d'établir des comparaisons entre » le spécimen que l'on étudie et divers types connus, de façon à faire ressortir » les ressemblances et les différences... Connaître les plantes, c'est aussi et surtout » porter son attention sur la manière de vivre des diverses espèces, constater les » principaux modes d'adaptation de leurs organes.

« Pour connaître les plantes, il faut donc apprendre à trouver, à observer, à » expliquer les mille petits phénomènes qui se montrent sans cesse autour de nous » dans nos promenades, s'y intéresser, les aimer. Partout, à chaque pas, il y a des » faits à voir, à comparer, à discuter ».

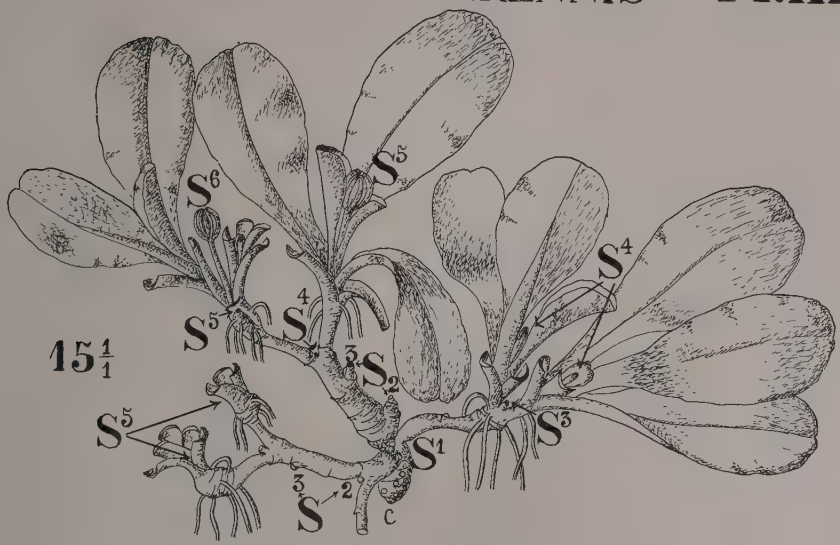
BELLIS PERENNIS PI.I

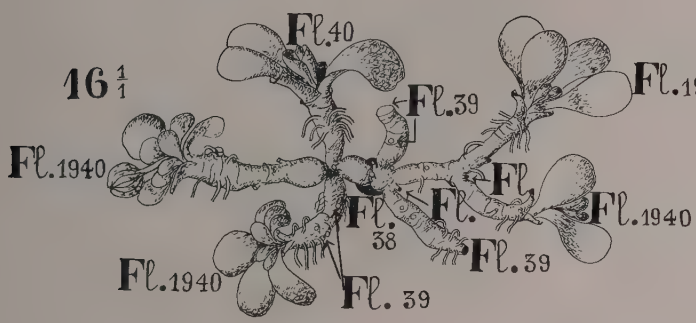


BELLIS PERENNIS Pl.II

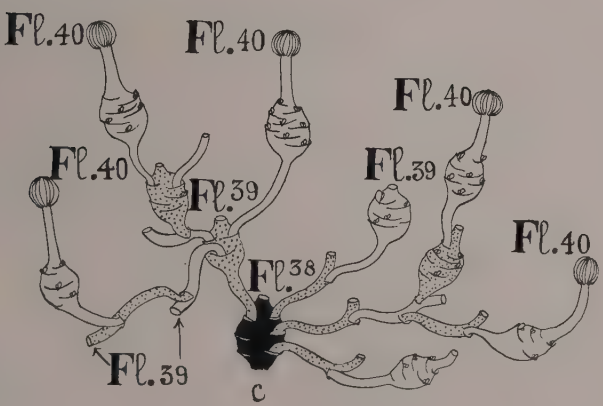


BELLIS PERENNIS Pl.III





17: Schéma de la fig: 16



NOTE SUR LES GLUCIDES ET L'HYDRATATION DE *BRASSICA RAPA* VAR. *RAPA* (L.) THELLUNG.

(Navet fourrager de la région bruxelloise).

par **P. DUVIGNEAUD.**

INTRODUCTION.

La racine charnue du navet est souvent employée comme matériel d'étude par ceux qui s'occupent de physiologie cellulaire. Des fragments plus ou moins gros de cette racine sont considérés comme formés d'un tissu homogène ; tous comparables, ils peuvent servir à des études de perméabilité, turgescence, respiration. Cependant, la composition chimique de ces tissus est peu connue. On sait qu'ils contiennent une quantité d'eau exceptionnellement grande, et en plus de cela des sels minéraux et des sucres solubles, que la plante, bisannuelle, « accumule » lors de la première année pour permettre la montée en graines au cours de la seconde année.

J'ai pensé qu'il serait utile de connaître plus exactement la qualité et la quantité des glucides élaborés par les feuilles et transportés dans la racine, leur transformation éventuelle et leur distribution dans cet organe, les variations possibles de leur concentration en fonction de l'âge et des conditions extérieures, et de suivre parallèlement les variations de l'hydratation.

Matériel utilisé : navets fourragers à collet rouge, cultivés en culture dérobée dans un champ dominant les étangs du Rouge-Cloître à Auderghem. Ces navets, mis à fleurir en serre, et examinés aussi après leur floraison normale sur le terrain, ont montré qu'ils constituaient un lot très homogène de l'espèce *Brassica Rapa* L. em. Metzger var. *Rapa* (L.) Thellung. Les expériences ont été faites du 15 octobre 1937 au 20 janvier 1938, et reprises de janvier à juin 1941.

D'octobre à janvier, les navets, ayant acquis leur taille définitive, restent sem-

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à l'Assemblée générale du 2 février 1941.

blables à eux-mêmes (racine de 600 à 1300 grammes, posée sur le sol et surmontée d'une couronne de grandes feuilles), et sont progressivement récoltés pour l'alimentation du bétail.

Vers la mi-janvier, les feuilles gèlent ou se fanent ; tous les navets restant sur le champ sont mis en silo. Pour les besoins de l'expérience quelques plantes ont été laissées en place. Celles-ci développent, à l'approche du printemps, une tige feuillée. Au début d'avril apparaissent les fleurs ; fin juin, la fructification est achevée.

Sucres solubles.

Des fragments de racines fraîches sont épuisés par de l'alcool à 80%, bouillant, et maintenu neutre par adjonction de $CaCO_3$. Après clarification au noir animal, le liquide d'extraction est débarrassé de l'alcool par distillation sous pression réduite à une température inférieure à 40°. Il reste un sirop jaune clair non cristallisable (ce sirop a été conservé pendant plus de 3 ans et demi sans qu'il s'en sépare le moindre cristal). Si par contre l'extraction est faite sans addition de $CaCO_3$ (milieu acide), le sirop obtenu cristallise entièrement après quelques semaines ; les cristaux s'associent en rosettes.

Une solution aqueuse de ce sirop dévie légèrement à gauche le plan de la lumière polarisée. Elle donne, avec la phenylhydrazine, une osazone cristallisant en branches de genêt et fondant avant et après purification à 205° (glucosazone). L'obtention directe de cette osazone à l'état pur indique l'absence de sucres autres que le glucose, le lévulose, ou un de leurs composés.

La réaction de Seliwanoff (résorcine + HCl), faite à froid et avec HCl dilué, est intense (rouge cerise foncé) et immédiate ; elle indique la présence de lévulose.

Le dosage du pouvoir réducteur avant et après hydrolyse par H_2SO_4 indique que la solution contient beaucoup de sucres réducteurs et un peu de sucres non réducteurs. La quantité de ces derniers, obtenue par hydrolyse par H_2SO_4, est la même que celle obtenue par hydrolyse par l'invertine. Il s'agit donc de saccharose, ce qui est confirmé par la valeur de l'indice de réduction enzymolytique, qui a été trouvé égal à 0,606.

Ces différents résultats, que l'on obtient également en partant d'une solution aqueuse résultant de la macération dans l'eau à 0° de racines rapées et broyées, permettent de conclure que la racine de *Brassica rapa* var. *rapa* (L.) Thellung contient un mélange de glucose, lévulose et saccharose.

Des résultats analogues ont été obtenus pour les feuilles et leurs pétioles.

Constitution de la plante et métabolisme des glucides.

La constitution du navet pendant sa période de végétation (1re année) est schématisée fig. 1. Les feuilles (F), à limbe très développé, et disposées en rosette, élaborent de l'amidon, qui est transformé en glucose, lévulose et saccharose. Ces

trois sucres solubles s'acheminent, par le pétiole, vers la racine. La base des pétioles (F_2) est très charnue, et contient un parenchyme à grandes cellules, qui retient une partie des sucres.

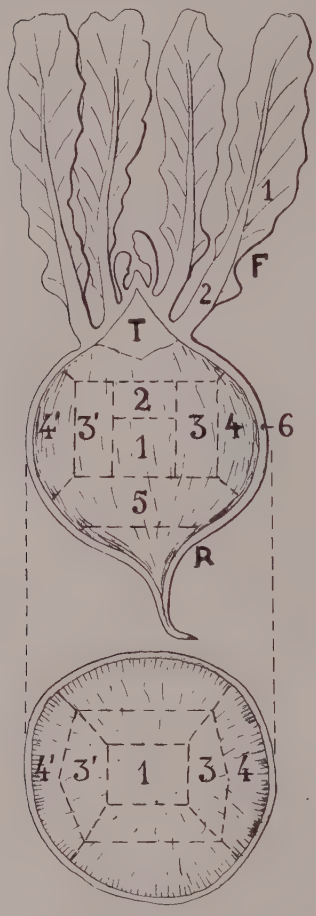


Fig. 1.

Fig. 2.

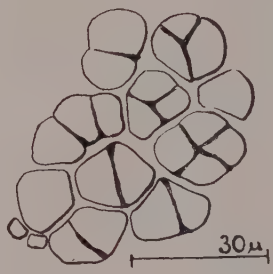


Fig. 3.

Fig. 1. — Coupe schématique d'un navet.

Fig. 2. — Coupe transversale passant par le centre de la racine. Variations locales du poids sec.

Fig. 3. — Grains d'amidon apparaissant dans certaines conditions dans le parenchyme ligneux.

La racine est renflée et charnue, très turgescente ; elle est limitée à l'extérieur par une écorce assez mince (R6) faite d'un parenchyme à cellules petites et serrées, très résistant et de consistance coriace ; sous cette écorce se trouve un énorme parenchyme ligneux (R 1, 2, 3, 4, 5), dans lequel sont disposés de façon non homogène des lames radiaires et des faisceaux de vaisseaux plus ou moins longitudinaux.

La densité des vaisseaux ligneux décroît des bords vers le centre.

Entre l'écorce et le parenchyme ligneux se trouve un liber continu, bien développé, au niveau duquel la décortication est facile.

La tige, très réduite, est représentée par un petit cône T de tissu médullaire, parenchyme régulier et homogène, complètement dépourvu d'éléments vascularisés.

Les sucres provenant des feuilles sont déversés tels quels dans le parenchyme ligneux ; au-delà d'une certaine valeur de leur concentration, ils sont polymérisés en amidon.

Quand vient le moment de la floraison (2^{me} année), la tige s'allonge, se ramifie, se garnit de feuilles et de fleurs. La racine perd de sa turgescence, et tandis que les siliques mûrissent leurs graines, elle est bientôt détruite par les parasites.

Il faut aussi noter que certains caractères organoleptiques (goût, odeur après cuisson), indiquent la présence de traces de glucosides sulfurés dans le parenchyme ligneux ; par contre, ces glucosides sont assez concentrés dans le parenchyme cortical.

Méthode d'analyse.

Les quelques analyses de feuilles et de pétioles ont été faites sur des morceaux plus ou moins grands de ces organes.

Pour la racine, j'ai toujours prélevé des prismes à base carrée ou trapéziforme. Ces prismes étaient découpés en quatre suivant les deux diagonales du carré ou du trapèze : une paire de fragments opposés servait à mesurer l'hydratation, l'autre paire à doser les sucres.

Cette façon de procéder n'entraîne que des erreurs minimes : si on mesure l'hydratation ou dose les sucres à la fois sur les deux paires, on obtient des résultats très concordants.

L'extraction des sucres solubles se fait par l'eau bouillante additionnée d'un peu de CO_3Ca. Des expériences comparatives montrent que les résultats obtenus de cette façon sont identiques à ceux obtenus par extraction à l'alcool à 80%. La méthode à l'eau bouillante a l'énorme avantage d'être très rapide et de réduire au minimum les manipulations.

La solution de sucres ainsi obtenue est déféquée à l'acétate basique de Pb, filtrée, et portée à un volume de 200 cc.

Le dosage se fait sur une prise d'essai de 20 cc. de la solution. L'excès de Pb est précipité par H_2S ; après filtration, l'excès d'H_2S est chassé par agitation.

Les sucres réducteurs (glucose + lévulose) et non réducteur (saccharose) sont dosés par la méthode de Bertrand (Fehling et permanganimétrie). Le saccharose est hydrolysé au bain-marie par 1 cc. H_2SO_4 2N.

Distribution des sucres et de l'eau dans la plante.

1. *Dans une plante entière.*

Le 17 octobre 1937, après une semaine favorable aux points de vue chaleur, lumière et humidité, trois navets ont été expérimentés. Le tableau I donne les valeurs moyennes des résultats obtenus.

Tableau I. Distribution des sucres et de l'eau dans 3 navets (valeurs moyennes) expérimentés dans la nuit du 17 octobre 1937.

Parties de la plante (*)	Sucres solubles	% frais	% sec	Remarques
Limbe foliaire	R.	1,24	8,6	
Poids sec : 14,5 %	N.R.	0,34	2,3	
Eau : 85,5 %	Tot.	1,58	10,9	
Pétiole (partie moyenne)	R.	1,53	18,0	
Poids sec : 8,5 %	N.R.	0,40	4,7	
Eau : 91,5 %	Tot.	1,98	22,7	
Pétiole (base : F. 2)	R.	2,86	42,0	
Poids sec : 6,87 %	N.R.	0,06	0,9	
Eau : 93,13 %	Tot.	2,92	42,9	
Parenchyme ligneux (R 1-2)	R.	3,87	52,0	
Poids sec : 7,49 %	N.R.	0,40	5,4	
Eau : 92,51 %	Tot.	4,27	57,4	
Parenchyme cortical (R 6)	R.	2,81	30,0	Contient de l'amidon.
Poids sec : 9,50 %	N.R.	0,30	3,0	
Eau : 90,50 %	Tot.	3,11	33,0	
Moelle de la tige (T)	R.	3,43	42,1	
Poids sec : 8,10 %	N.R.	0,25	3,0	
Eau : 91,90 %	Tot.	3,78	45,1	

R = Sucres réducteurs. NR = Sucres non réducteurs.

Le 3 novembre 1937, l'expérience a été répétée sur un seul navet et a fourni des résultats comparables aux précédents.

(*) Les lettres et les chiffres entre parenthèses sont ceux de la fig. 1.

On constate que, sauf dans les feuilles, la quantité de saccharose n'est jamais que le 1/8 ou le 1/10 de la quantité des sucres réducteurs. La quantité totale de sucres solubles, relativement très faible dans les feuilles, augmente à mesure que ces sucres se rapprochent du centre de la racine, terme de leur voyage.

Le parenchyme cortical, et le parenchyme médullaire de la tige, reçoivent également des sucres, mais en quantité moindre que le parenchyme ligneux, ce qui n'explique pas pourquoi leur poids sec est plus élevé.

Dans les feuilles, la quantité de sucres est naturellement très variable avec l'heure de la journée ou de la nuit :

	17 octobre, minuit — sec 14,5 %		3 novembre, 17 h. — 14,8 %	
	% frais	% sec	% frais	% sec
Sucres réd.	1,24	8,6	2,65	18,0
— non réd.	0,34	2,3	0,75	4,0
Sucres totaux	1,58	10,9	3,40	22,0

2. *Dans la racine* (tableaux II et III).

Tableau II. Sucres et hydratation d'un navet expérimenté le 6 janvier 1937.

Parties de la racine (Voir fig. 1)	Poids sec %	Sucres					
		% frais			% sec		
		Red.	N. R.	Tot.	Red.	N. R.	Tot.
Centre 1.	7,32	3,98	0,39	4,37	54,0	5,3	57,3
Centre dessus 2.	6,86	3,16	0,32	3,48	46,0	4,4	50,4
Région 3	6,59	3,26	0,43	3,69	49,2	6,4	55,6
Région 4	6,80	3,22	0,30	3,52	47,5	4,4	51,9
Dessous 5.	6,10	2,69	0,25	2,94	45,5	4,0	49,5

La teneur en sucres et l'hydratation varient d'un endroit à l'autre du parenchyme ligneux. La concentration des sucres solubles est toujours maximale au centre et décroît vers les bords.

Si on envisage théoriquement les variations du poids sec en supposant constante à chaque endroit la concentration du suc cellulaire, on constate que le poids sec doit être plus élevé au bord, et diminuer progressivement vers le centre, à cause de la diminution vers le centre du nombre d'éléments lignifiés.

La concentration en sucres solubles et la densité des éléments lignifiés agissent donc en sens contraire sur la distribution de la matière sèche à l'intérieur de la racine. Ceci explique ce qu'on observe dans des conditions normales : des bords vers le centre, le poids sec diminue d'abord pour augmenter ensuite (fig. 2).

Il existe donc, à mi-distance environ entre le centre et les bords, une région du parenchyme ligneux où il y a une teneur en sucres moyenne, une densité assez faible des éléments lignifiés, et une hydratation maxima (Tableau II).

Ceci n'est pas toujours vrai : pendant certaines périodes, on constate des anomalies qui peuvent s'expliquer par l'action du milieu.

Tableau III. Sucres et hydratation d'un navet expérimenté le 20 janvier 1937.

Parties de la racine (Voir fig. 1)	Poids sec %	Sucres					
		% frais			% sec		
		Red.	N. R.	Tot.	Red.	N. R.	Tot.
Centre 1	8,04	4,45	0,28	4,73	55,5	3,7	59,2
Centre 2	7,90	4,47	0,30	4,77	56,5	3,8	60,3
Région 3	8,20	4,59	0,18	4,77	55,0	2,2	57,2
Région 3′	8,08	4,35	0,29	4,64	53,8	3,6	57,4
Région 4	8,35	4,41	0,20	4,61	53,0	2,3	55,3
Région 4′	8,33	4,21	0,35	4,56	50,5	4,2	54,7
Dessous 5	8,12	4,28	0,31	4,59	52,5	3,8	56,3
Moelle tige T	8,66	3,30	0,25	3,55	38,0	3,0	41,0

Le 20 janvier 1937 faisait partie d'une période de quelques jours froids et secs, succédant à une semaine caractérisée par une quantité anormalement grande de pluie et une luminosité très réduite ; dans ce cas (tableau III), on constate que le maximum d'hydratation est reporté au centre : l'hydratation croît dans le même sens que la concentration en sucres.

Le 20 janvier 1941 suivaient 2 jours de dégel et de brume ; les conditions de milieu étaient anormalement humides ; le champ avait été transformé en marécage. J'ai constaté alors pour l'hydratation une distribution inverse de la précédente : elle diminuait des bords vers le centre. La concentration des sucres était comme toujours plus grande au centre.

Pendant la floraison et la fructification (printemps), la racine se lignifie davantage, surtout à la périphérie, dont le poids sec peut alors atteindre des valeurs très élevées (10% et plus). Pendant ces périodes, le parenchyme ligneux peut se détériorer, il y a une forte perte de turgescence, et il n'est pas toujours possible d'interpréter les résultats obtenus.

Variations de la teneur en sucres et de l'hydratation de la racine au cours de son existence.

De mois en mois, pendant l'automne, l'hiver, et le printemps, des analyses ont été faites de la partie centrale de la racine (zône 1-2 de la fig. 1), partie la plus riche en sucres. Chaque fois, un, deux ou trois navets ont été expérimentés. (Le tableau IV donne une idée de la variabilité des individus).

Tableau IV. Sucres et hydratation du centre de la racine de trois navets expérimentés le même jour (20 janvier 1938).

Navet n°	Diam. en cm.	Poids sec %	Sucres					
			% frais			% sec		
			Red.	N. R.	Tot.	Red.	N. R.	Tot.
1	13	7,90	4,47	0,30	4,77	55,5	3,8	59,3
2	11	7,45	4,62	0,32	4,94	60,0	4,3	64,3
3	8	7,96	4,48	0,31	4,79	56,3	3,9	60,2

Les résultats de ces analyses sont consignés dans le tableau V.

Pendant toute la période végétative, et pendant la montée en graines, l'hydratation se maintient aux environs de 93%. Les fluctuations autour de cette valeur, dûes en partie aux conditions climatiques, sont accompagnées de variations importantes de la teneur en sucres solubles, exprimée en % du poids frais (variation entre 3 et 5%). Mais si on élimine l'action du milieu extérieur en exprimant la concentration des sucres en % du poids sec, on constate qu'au cours de presque tout le cycle de végétation de la racine charnue, cette concentration reste à peu près constante : 58% environ.

Dans des circonstances très favorables à une bonne assimilation chlorophyllienne (15-XI-37), elle ne s'élève que fort peu (jusque 60%), l'excès de sucre étant converti en amidon qui s'accumule dans le parenchyme sous forme de grains composés ; dans des circonstances très défavorables (16-XII-37) où l'assimilation est très réduite, on constate une certaine diminution.

Pendant la période où les feuilles de première année fanent et se détériorent (20 janvier), la concentration en sucres de la racine s'élève légèrement, comme dans le cas d'une bonne assimilation, et on voit apparaître de l'amidon : il semble que les feuilles évacuent vers la racine, avant de mourir, tous les sucres qu'elles peuvent encore contenir.

Lors du développement de la tige feuillée, la racine subit une perte de turgescence qui va en s'accentuant pendant la floraison ; l'examen microscopique montre que les grandes cellules du parenchyme s'aplatissent entre les faisceaux ligneux,

restés intacts avec les petites cellules qui les entourent. Cependant, l'hydratation ne se modifie pas d'une façon importante, et elle tend même à augmenter encore, ce qui est assez inattendu et n'est que partiellement explicable par une légère diminution de la teneur en sucres solubles. Pendant cette même période, la racine commence a être attaquée par des parasites, et des taches de pourriture s'observent fréquemment ; les résultats des analyses sont moins concordants. Il semble que la diminution de la teneur en sucres doive surtout être imputée à la respiration des tissus, qui ne reçoivent plus rien pour compenser la perte des matériaux respiratoires consumés jour après jour : la tige feuillée, surtout riche en tissus non chlorophylliens, se suffit à peine à elle-même.

TABLEAU V. Variation de la teneur en glucides et en eau de la partie centrale de la racine, au cours de son existence.

Nb (*)	Date	Poids sec %	GLUCIDES % frais			GLUCIDES % sec			Observations	Remarques
			Red.	N. R.	Tot.	Red.	N. R.	Tot.		
1	17-10-37	7,49	3,87	0,40	4,27	51,6	5,4	57,0	*Couronne de grandes feuilles (1re année)*	
1	3-11-37	7,21	3,63	0,44	4,07	50,0	6,2	56,2		
2	15-11-37	8,52	4,65	0,42	5,07	54,8	5,0	59,8	Beaucoup d'amidon	
1	16-12-37	6,51	3,05	0,37	3,42	47,5	5,7	52,2	Plus d'amidon	Conditions atm. très défavorables
1	6-1-38	7,32	3,98	0,39	4,37	54,0	5,3	57,3		
3	20-1-38	7,77	4,52	0,31	4,83	57.2	4,0	61,2	Un peu d'amidon	Les feuilles fanent et pourrissent
2	20-1-41	7,94	4,29	0,58	4,83	54,1	7,5	61,6	De l'amidon	
1	10-3-41	7,64	3,98	0,51	4,49	52,1	6,7	58,8	*Tige feuillée*	
1	16-4-41	6,77	3,48	0,38	3,86	51,5	5,6	57,1	*Fleurs*	
1	9-6-41	7,07	2,43	0,48	2,91	34,4	6,8	41,2	*Fruits.*	
1	16-6-41	7,78	2,72	0,36	3,08	35,0	4,6	39,6		

Lors de la maturation des graines s'accentue la perte de turgescence de la racine, qui « se vide de ses réserves », la teneur en sucres diminuant encore, pour une hydratation se maintenant à 93%. Se produit-il à ce moment une migration des réserves sucrées vers les graines, où elles vont aller s'accumuler sous forme d'huile ? Il semble plutôt que, compte tenu des besoins respiratoires des tissus, ces réserves soient la proie des parasites, champignons et vers. Ceci est mis en évidence par le cas fréquent d'envahissement du parenchyme ligneux par les musaraignes : il arrive souvent que des musaraignes s'introduisent dans la racine par un petit trou pratiqué à la base de celle-ci ; ces bestioles s'arrangent alors pour dévorer

(*) Nb = nombre de navets expérimentés.

entièrement par l'intérieur le parenchyme ligneux sans doute plus tendre et moins piquant, en laissant intacte l'écorce.

Extérieurement, on croit se trouver en présence de navets parfaitement normaux, alors qu'ils sont entièrement creux : de tels navets forment une tige feuillée avec des fleurs normales qui mûrissent leurs graines, ce qui montre bien qu'ils peuvent se passer des réserves de la racine.

L'amidon dans la racine.

On trouve souvent un peu d'amidon dans le parenchyme cortical, au niveau du liber, et dans les petites cellules parenchymateuses qui accompagnent les vaisseaux ligneux les plus extérieurs.

Quand les conditions extérieures sont spécialement favorables à une bonne assimilation chlorophyllienne, une plus grande quantité de sucres solubles arrive dans la racine et concentre le suc vacuolaire des cellules du parenchyme ligneux ; celles-ci réagissent à une concentration tendant à dépasser 60% du poids sec, en polymérisant l'excès de sucres en amidon, dont les grains ont une forme bien définie (fig. 3).

L'accumulation sous forme d'amidon se produit pour la même raison à la fin de la période végétative, quand les grandes feuilles de la couronne fanent ou pourrissent (apport momentané d'une assez grande quantité de sucres solubles).

Cette accumulation peut être provoquée expérimentalement, en concentrant le suc vacuolaire par évaporation, en maintenant des navets en vie dans un endroit assez sec. Des navets arrachés le 17 octobre 1937, totalement dépourvus d'amidon, et contenant 93% d'eau ont été placés sans leurs feuilles dans une armoire à l'extérieur du bâtiment de l'Institut Botanique ; après 3 semaines, ils ne contenaient plus que 89% d'eau, et leur parenchyme était bourré de grains d'amidon ; dans la suite, cet amidon a disparu.

La même expérience a été répétée avec les mêmes résultats sur des navets de table (*Brassica Napus*) achetés au marché : après quelques semaines de lente dessiccation, ces navets qui initialement ne contenaient pas trace d'amidon en ont formé des quantités considérables.

Les sels minéraux.

Les cellules du parenchyme ligneux contiennent, dissouts dans leur vacuole, des sels minéraux ; la quantité de ceux-ci est à peu de choses près égale au poids des cendres. Le tableau VI donne les résultats d'une analyse faite le 20 janvier 1941. La teneur en sels minéraux solubles est d'environ 0,5% du poids frais et 7% du poids sec ; elle est inversément proportionnelle à la teneur en sucres solubles.

Si on fait la somme glucides + sels minéraux, on constate qu'il reste environ 2% du poids frais pour les membranes et la plus grande partie des substances protéïques qui composent le cytoplasme des cellules.

TABLEAU VI. Glucides et sels minéraux dans la racine. (20 janvier 1941).

	Parenchyme ligneux				Par. cortical	
	Centre (R 1)		Centre (R 4)		(R 6)	
Poids sec	7,10		6,98		10,00	
	% frais	% sec	% frais	% sec	% frais	% sec
Glucides : R.	3,98	56,0	3,39	49,5	2,24	22,4
N.R.	0,58	8,2	0,54	7,7	0,92	9,2
Tot.	4,56	64,2	3,93	57,2	3,16	31,6
Sels minéraux	0,44	6,5	0,68	9,7	0,72	7,2
Sels + glucides	5,00	70,7	4,61	66,9		

DIASTASES.

Quelques navets dont on a enlevé l'écorce sont rapés, broyés, et mis à macérer dans l'eau froide. Après 24 heures, on filtre. On ajoute au filtrat de l'alcool à 96% jusqu'à précipitation totale d'une masse floconneuse blanche. Le précipité est redissout dans de l'eau distillée. La solution ainsi obtenue contient une AMYLASE très active, mais pas de saccharase.

D'autre part, une goutte de teinture de gaïac déposée sur le parenchyme ligneux y forme instantanément une tache d'un bleu intense, ce qui dénote l'existence d'un système oxydasique complet.

RÉSUMÉ.

1. La racine charnue de *Brassica rapa* var. *rapa* (L.) Thellung est formée d'un énorme parenchyme ligneux qui « accumule » tels quels les sucres solubles : glucose, lévulose, saccharose, venant des feuilles.

Dans 100 grammes de ce parenchyme, il y a environ

93 gr. d'eau
4 gr. de sucres réducteurs
0,5 gr. de saccharose
0,5 gr. de sels minéraux.
traces de glucosides sulfurés
} en solution

Soit un total de 98 gr. de substances à l'état liquide ou dissout.

Il reste tout au plus 2 gr. pour les membranes des cellules (et les matières protéïques) ce qui n'empêche pas la racine d'être dure comme pierre.

Le parenchyme ligneux est entouré d'un parenchyme cortical à cellules plus

petites, qui contient moins d'eau (± 90%), moins de sucres, et environ autant de sels minéraux ; ce parenchyme cortical est riche en glucosides sulfurés.

2. Pendant presque toute la vie adulte de la plante, l'hydratation au sein du parenchyme ligneux se maintient à ± 93% d'eau ; elle y varie légèrement d'un endroit à l'autre : il existe une zone située à mi-distance du bord et du centre où elle est maximale.

La concentration des sucres solubles (qui est toujours le plus élevée au centre de la racine) se maintient à ± 60% du poids sec ; quand un apport anormal de sucres tend à élever cette concentration, les cellules réagissent en polymérisant l'excès de sucres en amidon.

3. Lors de la « montée en graines », la racine subit une forte perte de turgescence, mais l'hydratation se maintient aux environs de 93%.

4. Il ne semble pas que la diminution de la teneur en sucres lors de la floraison et de la maturation des graines soit corrélative à ces deux phénomènes ; fleurs et graines sont nourries par les produits de l'assimilation des feuilles caulinaires. La diminution en question serait plutôt dûe, d'une part à la respiration des cellules, d'autre part à l'action des parasites.

5. La racine est riche en amylase, et contient un système oxydasique complet. Elle ne contient pas de saccharase.

LES ASSOCIATIONS ÉPIPHYTIQUES DE LA BELGIQUE

par **P. DUVIGNEAUD,**
Assistant à l'Institut Botanique de l'Université de Bruxelles.

I. INTRODUCTION.

Le but du présent travail est d'intégrer les associations épiphytiques rencontrées en Belgique dans le système général des associations épiphytiques de l'Europe occidentale, sur lesquelles de nombreux travaux ont été publiés.

De nombreuses observations faites en de nombreuses localités du pays au cours des cinq dernières années me permettent une vue d'ensemble provisoire, mais pouvant servir de base à des recherches plus précises. Un plan de ces recherches sera exposé en guise de conclusion.

Tous mes remerciements vont à mon ami F. DEMARET, qui a déterminé un certain nombre de Bryophytes et m'a fourni quelques renseignements des plus utiles.

II. NOTIONS GÉNÉRALES.

1. EPIPHYTES. Alors que dans les régions équatoriales, où l'humidité est considérable, il y a sur les troncs et les branches un foisonnement d'épiphytes de tous genres, dont de très nombreuses Fougères et Phanérogames, munies des dispositifs les plus variés pour accumuler et conserver l'eau, il n'y a chez nous que des Cryptogames peu ou pas spécialisés pour ce genre de vie : Algues, Lichens et Bryophytes.

Cependant, il arrive que des Fougères et Phanérogames aillent se nicher sur des arbres, entre deux branches ou dans un creux où de l'humus a pu s'accumuler ; ce sont des **épiphytes accidentels** (flore des Saules têtards de la région poldérienne (GALLEMAERTS 15) ; *Polypodium vulgare* sur les arbres des forêts ardennaises).

Sont aussi des épiphytes accidentels les Mousses et Lichens du sol des forêts, qui colonisent jusqu'à une petite hauteur la base des troncs autour desquels ils se sont développés, et les Cryptogames qui se développent sur le bois mort (branches mortes, poteaux, planches, souches). Des plantes habitant normalement les souches se développent parfois sur la base des troncs (*Brachythecium rutabulum*, DEMARET 7).

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à l'Assemblée générale du 2 février 1941.

Les **épiphytes vrais** sont ceux qui habitent **normalement** l'écorce des arbres ; on les classe en épiphytes

obligatoires, qui habitent **toujours** l'écorce des arbres (*Ex.* : *Ramalina populina*, *Ulota ulophylla*).

facultatifs, plantes à grand pouvoir d'adaptation qui peuvent indifféremment pousser sur tous les types de substrats (*Ex.* : *Parmelia saxatilis*, *Brachythecium velutinum*).

occasionnels, préférant à l'écorce un autre type de substrat (*Ex.* : *Sphaerophorus globosus* croît habituellement sur les rochers, rarement sur les troncs d'arbres).

2. Conditions de vie des épiphytes

1. **Problème de l'eau.** Problème capital ; les sources possibles sont la pluie, le brouillard et l'air humide.

Les Cryptogames épiphytiques sont reviviscents ; leurs seules périodes de vie active sont celles où leurs tissus sont imprégnés d'eau. Chaque espèce a ses exigences particulières ; on a nommé **énantioxérancie** et **énantiohygrie** (Dughi 9) les périodes respectivement de sécheresse et d'humidité les plus longues qu'une plante reviviscente peut supporter sans en mourir. Chaque espèce possède son énantioxérancie et son énantiohygrie propres.

La distribution des épiphytes est donc réglée par le degré d'humidité de l'atmosphère, l'abondance et le nombre des précipitations et des jours de brouillard. Il faut aussi faire la part de l'action desséchante du vent (microclimat).

2. **Problème de l'alimentation en sels minéraux.**

Celle-ci ne peut guère être réalisée que par les poussières amenées par le vent ou l'eau de pluie, ou par le rejaillissement de cette dernière sur l'écorce de la plante hôte. On ne sait pas encore à quel point la teneur en sels de l'écorce d'un arbre dépand du sol sur lequel il croît, mais on a pu constater que certaines Mousses épiphytiques sont localisées à des arbres croissant en sol calcaire (*Neckera crispa*, Ochsner 26 p. 88).

3. **Le pH.** Le pH dans lequel doivent vivre les épiphytes est celui de l'eau qui les imbibe. Pendant les périodes de précipitation, (vitalité maximale), ce pH est celui de l'eau de pluie, qui est constamment renouvelée autour de la plante.

Voici quelques mesures du pH de la pluie, faites en Belgique, en 1941 :

Marche en Famenne (6 avril)	4,7
Marche en Famenne (18 octobre)	4,9
Berg-Lelle (9 août)	4,5
Berg (13 septembre)	4,8
Libramont (20 juillet)	3,6
Saint-Hubert (19 octobre)	3,9

Le milieu est donc très acide ; les valeurs trouvées pour la Haute Ardenne sont les plus basses.

Après la pluie, la plante baigne encore pendant un temps plus ou moins long dans de l'eau non renouvelée et qui s'évapore lentement ; le pH se modifie.

Exemple : Marche en Famenne, 6 avril 1941 — pH de la pluie = 4,7.
Dans un coussinet d'*Orthotrichum Lyellii*, épiphyte sus *Acer*, exposition Ouest, le pH pendant la pluie était de 4,7. Six heures après que la pluie avait cessé, le pH s'était élevé à 6,2.

4. **La lumière.** Il y a des espèces photophiles, indifférentes, ou sciaphiles. La lumière joue un rôle important dans la distribution locale des espèces autour d'un tronc.

5. **Le vent.** Il est le grand ennemi des éphiphytes : il les arrache de leur support ou parfois les dessèche. La répartition des épiphytes autour d'un tronc d'arbre isolé est en premier lieu réglée par la direction des vents les plus violents. Les espèces foliacées et surtout fruticuleuses s'installent de préférence sur la face opposée à cette direction ; elles ne peuvent se maintenir sur la face exposée qu'en se développant en une forme écologique anémomorphe (coussinets).

Exemple : Routes Marche — Champlon — Saint Hubert — Recogne. Les vents les plus violents soufflent du S.-O. Sur les arbres bordant ces routes, on constate une accumulation sur les faces N. et E. des grands Lichens fruticuleux des genres *Evernia*, *Ramalina* et *Usnea*.

Au point de vue humidité de la station, le vent a des actions opposées suivant qu'il est accompagné ou non de pluie.

3. Formes de végétation.

Nous renseignent sur l'aspect et le genre de vie de la plante, sur les rapports de celle-ci avec le substrat, sur son mode d'attache, et sur sa résistance à l'action mécanique du vent.

Lichens (Frey 14, Ochsner 26).
Espèces crustacées : formes Graphis, Pertusaria, Testudinea, Placodium.
Espèces foliacées larges : formes Hypogymnia, Parmelia, Umbilicaria, Solorina.
Espèces foliacées étroites : formes Anaptychia, Cetraria.
Espèces fruticuleuses : formes Cladonia, Usnea.

Mousses (Ochsner 26).
Formes Orthotrichum (coussinets), Leucodon (touffes dont les brins se recourbent vers le haut), Metzgeria, Radula (rosettes), Neckera, Pterygynandrum (brins filiformes), Isothecium (touffes dont les brins se recourbent vers le bas).

4. Associations épiphytiques ; intérêt qu'elles présentent

Des épiphytes ayant à peu près les mêmes exigences vis-à-vis du climat et du substratum, forment des associations, qui sont représentées par des peuplements plus ou moins denses, souvent continus, s'étendant sur les troncs et les branches des arbres ; les plantes s'y livrent une lutte sans merci pour la place et la lumière.

Dans les conditions les plus favorables, on observe sur une surface donnée d'écorce la succession suivante :

Lichens crustacés
Lichens foliacés, forme Placodium.
Mousses acrocarpes en coussinets, forme Orthotrichum.
Lichens foliacés, formes Parmelia et Hypogymnia.
Mousses pleurocarpes en tapis, formes Pterygynandrum et Isothecium.
Lichens foliacés, formes Cetraria et Lobaria.

Les uns envahissent les autres et sont bientôt envahis à leur tour par les suivants.

Les associations épiphytiques sont étudiées au moyen des méthodes habituelles de la Phytosociologie. Certaines modifications ont cependant été introduites par Ochsner (26). La surface choisie pour les relevés est variable selon les cas. Le degré de recouvrement s'exprime par les chiffres suivants :

5 = 1 — 1/2 surface couverte
4 = 1/2 — 3/4 »
3 = 1/4 — 1/8 »
2 = 1/8-1/16, plantes nombreuses
1 = 1/16 ou moins, pl. peu nombreuses
+ = présence.

Pour les Algues, Bryophytes et Lichens, il est difficile d'exprimer « quantitativement » la sociabilité, dont les différents degrés sont plutôt d'un ordre qualitatif. Il me semble utile d'employer au lieu de chiffres les symboles suivants :

	large	moyen	petit
en coussinet	**C**	C	c
en gazonnement	**G**	G	g
en plaque	**P**	P	p
en touffe	**T**	T	t
en rosette	**R**	R	r
par brins isolés	i		

Le symbole de sociabilité joint à celui de la forme de vie nous renseignent très exactement sur l'aspect des plantes dans l'association étudiée et sur l'aspect de l'association elle-même.

Il est intéressant de noter dès à présent que **la forme de vie d'une espèce donnée peut varier avec les conditions écologiques.**

Les associations épiphytiques présentent de nombreuses **variantes** ; pour des

raisons qu'il conviendrait d'expliquer, on voit tantôt une espèce, tantôt une autre prendre un développement considérable.

De tout ce qui a été dit sur les conditions de vie des épiphytes, on comprend qu'il y ait un grand intérêt à connaître les associations qu'ils forment, et les facteurs qui régissent ces associations :

1° Ces associations fournissent de nombreuses indications sur les conditions climatiques générales d'humidité de la région où on les rencontre.

2° Elles donnent dans une certaine mesure des renseignements sur les propriétés du sol, et sur les propriétés des écorces en fonction des propriétés du sol.

3° Elles sont un excellent indicateur de la quantité de lumière pénétrant à travers le feuillage des arbres, et peuvent être à ce point de vue utiles pour l'étude des associations de sous-bois et notamment de la régénération des forêts.

4° Elles donnent aussi de précieuses indications sur les microclimats dûs au vent et à l'orientation.

5. Action du milieu. formes écologiques.

Le milieu exerce une action morphogénétique considérable sur les Cryptogames qui composent les associations épiphytiques.

De chaque espèce, on a décrit de nombreuses formes, la plupart écologiques, formes qui n'ont naturellement, malgré l'avis et le vœu de leurs auteurs, aucune valeur systématique.

Différentes espèces de Lichens poussant en mélange présentent toutes le facies correspondant à l'action du milieu dans lequel elles se trouvent.

Il y aurait à réaliser, de genre à genre, une sorte d'homologation des formes écologiques, qui permettrait de définir une association épiphytique par la forme écologique dominante.

D'autre part, une même espèce peut se présenter, dans différentes stations, sous différentes formes de végétation ; celles-ci doivent donc être définies de façon précise et introduites dans les relevés.

En conclusion, une association épiphytique est caractérisée par sa composition floristique et par la forme de végétation et la forme écologique qui y dominent.

Mais l'étude de ces formes est encore peu poussée et constitue un important travail à réaliser. Cependant, un premier pas dans cette bonne voie a été fait par Klement (17) qui a décrit pour les monts Métalliques un Parmelietum sub tubulosae caractérisé par la forme *subtubulosa* de *Parmelia physodes*.

6. Nuisibilité des associations épiphytiques.

Ces associations abritent des insectes parasites ; elles entretiennent contre l'écorce

une humidité favorable au développement des Bactéries et des Champignons de la pourriture.

Certains vergers de la région maritime ont leurs arbres envahis jusqu'aux moindres petites branches par le Physcietum adscendentis Xanthorietosum parietinae ; les bourgeons n'arrivent que très difficilement à développer des feuilles mal formées. Le même phénomène se remarque sur certains *Prunus spinosa* de la région calcaire.

III. LES ASSOCIATIONS EPIPHYTIQUES DE LA BELGIQUE.

Le tableau qui va suivre est une vue d'ensemble provisoire, groupant tout ce qui a été observé jusqu'ici en Belgique, et mise en accord avec les travaux de phytosociologues et cryptogamistes étrangers. A part mes propres observations, j'ai tiré le plus de parti possible des comptes rendus des herborisations faites par la Société Botanique depuis sa fondation, et des florules cryptogamiques régionales publiées par Aigret, Piré, Cardot, Douret, François, Bouly de Lesdain, et autres cryptogamistes.

Il ne s'agit ici que d'une énumération des alliances, des associations et des espèces qui les composent, et d'une grossière distribution géographique. Mais il va de soi que tout devra être vérifié ou précisé par de nombreux relevés.

Quelques associations et alliances nouvelles ont été décrites ; elles sont alors accompagnées d'un ou plusieurs relevés complets.

I. Alliance **SCHIZOGONION CRUENTI** Ochsner 1928.

Associations d'Algues nitrophiles, colorant en vert, rouge, ou bleu, les écorces d'arbres en général isolés (arbres des boulevards des villes, du bord des routes dans les campagnes).

1. **Schizogonietum cruenti** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Schizogonium cruentum*, et autres Cyanophycées filamenteuses.

Association se développant à la base de certains arbres près des lieux habités ; très nitrophile, alimentée par l'urine des chiens.

2. **Pleurococcetum vulgaris** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Pleurococcus vulgaris*, *Protococcus viridis*, *Chlorella vulgaris*, et autres Protococcales.

Association colorant en vert jaune les faces des arbres exposées à la pluie ; nitrophile ; l'écorce est couverte d'une croûte pulvérulente.

Loc. : Arbres des parcs, boulevards et allées de toutes nos grandes villes.

3. **Trentepohlietum abietinae** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Trentepohlia abietina, Tr. umbrina.*

Association colorant en rouge orangé les faces Nord et Est des troncs de certains arbres isolés ; l'écorce paraît enduite d'un produit rouge.

Loc. : Arbres bordant les routes en Haute Belgique (Ardenne, Calcaire, Jurassique).

II. Alliance **LECANORION CONYZAEAE** Duvigneaud 1941.

Composée de Lichens neutrophiles colorant en vert bleu clair les troncs d'arbres isolés ou groupés en forêts.

1. **Lecanoretum conyzaeae** Duvigneaud 1941.

Caractéristiques : *Lecanora conyzaea, Lecanora* cf *Hagenii.* (1)

Association caractérisée par l'équilibre instable.

Lichen = Algue + Champignon.

Dans des conditions d'humidité trop forte et de lumière trop faible, le complexe algo-fungique se dissocie ; le Champignon périclite, l'Algue se développe seule. L'association apparaît alors comme une mosaïque de taches vert-bleu (Lichen) et de taches vert-jaune (Algue), sur laquelle apparaissent parfois des ovales gris cerclés de blanc constitués par le thalle peu prospère de *Lecanora* cf *Hagenii.* Ces ovales sont alors nombreux et disposés en une longue file verticale.

Dans le cas de dissociation du Lichen, il se forme un Pleurococcetum d'origine secondaire.

Loc. : Association climax du tronc des arbres à écorce lisse (Fagus, Carpinus, Betula etc...) des bois et forêts des districts flandrien et hesbayen (Forêt de Soignes) et du tronc des Pins du district campinien ; existe aussi comme association pionnière ou transitoire dans le district ardennais.

III. Alliance **LECANORION SUBFUSCAE** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Lecidea parasema, Lecanora subfusca, Candelariella vitellina.* Cette alliance groupe des associations de Lichens nitrophiles et photophiles colorant en gris ou en noir les écorces d'arbres isolés. Encore très mal connue à cause de la difficulté de déterminer sur le terrain les espèces crustacées qui la composent.

1. **Phlyctidetum argenae** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Phlyctis agelaea, Phl. argena.*

---

(1) Il est bien difficile de savoir s'il s'agit de *Lecanora Hagenii* ou d'une forme de *Lec. conyzaea* transformé et décoloré par l'action d'un champignon parasite.

Compagnes : *Lecanora chlarona, Pertusaria amara.*

Loc. : Sur les troncs des arbres à écorce lisse des forêts d'Ardenne. L'association est mal caractérisée en Belgique, où elle s'apparente fortement au Graphidetum scriptae. Les espèces du genre *Phlyctis* sont très rares.

2. **Lecanoretum subfuscae** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Caloplaca cerina, Arthonia radiata.*

Compagnes : *Lecanora angulosa,* et espèces du Physcietum adscendentis.

Association pionnière des écorces lisses des arbres des bords des routes, et des peupliers ; *Lecanora subfusca* y domine largement.

Loc. : Répandue dans toute la Belgique, mais peu abondante dans les districts Flandrien, Hesbayen et Campinien, où elle subit une forte concurrence de la part du Lecanoretum conyzaeae.

3. **Lecanoretum allophanae** Duvigneaud, nom. nov.

Syn. : Lecanoretum subfuscae Klement 1932, non Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Lecanora allophana, Lec. varia, Lec. subfusca f. argentata.*
Compagne : *Parmelia physodes.*

Association pionnière des Sorbiers et Érables plantés le long des routes en Haute Belgique. Les thalles crustacés des différents *Lecanora* et de *Lecidea parasema* y forment une mosaïque dont l'aspect est fonction de la forme des lenticelles de l'arbre hôte.

Ce Lecanoretum précède le Parmelietum furfuraceae. Il semble moins nitrophile que les deux associations précédentes.

IV. Alliance **XANTHORION PARIETINAE** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Xanthoria parietina, X. polycarpa, Physcia adscendens Physcia tenella, Ramalina fraxinea.*

Compagnes : *Brachythecium velutinum, Leucodon sciuroides.*

Alliance groupant les associations nitrophiles et alcalinophiles de Lichens foliacés. Ces associations sont abondantes au bord de la mer et au voisinage des habitations humaines ; on les trouve tout à fait bien développées sur les arbres bordant les grands routes.

1. **Physcietum adscendentis** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Physcia pulverulenta, Ph. stellaris, Ph. obscura, Ph. virella, Xanthoria lychnea, Parmelia exasperatula.*

C'est la plus nitrophile des associations épiphytiques.

Dans les régions littorale et poldérienne, elle est l'association typique des arbustes

des dunes (*Salix repens*, *Hippophaes*) et des peupliers le long des routes ; elle y est caractérisée par une grande abondance de *Xanthoria parievina*. A l'intérieur du pays, le Physcietum adscendentis se localise à la base des troncs, où la teneur en azote est si grande que des associations plus évoluées, comme le Parmelietum acetabulae ne peuvent s'y développer. *Xanthoria parietina* disparaît quand l'altitude croît.

On distingue les variantes suivantes :

a. **Xanthorietosum parietinae** Ochsner 1928.

Région maritime et plaine.

b. **Physcietosum adscendentis** Ochsner 1928.

Base des arbres, dans tout le pays.

c. **Physcietosum griseae** Duvigneaud 1941.

Sur les troncs d'Érables et Peupliers le long de quelques chemins du district hesbayen (Rouge-Cloître, Woluwe, Veldwezelt) ; existe aussi dans la Famenne.
Sous-association colorée en vert de gris par *Physcia grisea*.
A étudier.

d. **Ramalinetosum fraxineae** Ochsner 1928.

Arbres des vergers.

Tableau I. **Buellietum canescentis.**

F		1
	A. **Caractéristiques de l'Association**	
Lob.-Cetr	Ramalina Duriaei	3 C
Plac.	Buellia canescens	2 R
	B. **Caractéristiques de l'Alliance.**	
Parm.	Xanthoria parietina	2
Parm.	Xanthoria polycarpa	1 r
Anap.	Physcia adscendens	2 R
Anap.	Physcia tenella	1
Cetr.	Ramalina fraxinea	1
	C. **Caractéristique du Physcietum.**	
Anap.	Physcia virella	2 R
	D. **Compagnes.**	
Cetr.	Ramalina farinacea	2 C

(F = Formes de végétation, voir page 34).
1 = Rinxent (Pas de Calais). Sur *Populus*, 1 m. 50 de hauteur ; surface 4 dm², expos. S.-E. ; recouvrement 80%.

2. **Buellietum canescentis** Duvigneaud 1941. (tableau I).

Caractéristiques : *Buellia canescens, Ramalina Duriaei.*

Association des troncs de saules et peupliers têtards, des arbres fruitiers et des arbres isolés dans les pâturages de la région poldérienne de la Flandre belge, du Pas de Calais, et du Boulonnais.
(J. Massart (22, photo 281), Bouly de Lesdain (3)).

3. **Pertusarietum amarae** Duvigneaud 1941.

Association mal connue, formant de larges croûtes blanches sur les troncs des arbres bordant les routes dans le district ardennais. Composée d'un certains nombre d'espèces du genre *Pertusaria,* appartenant pour la plupart à la section *Variolaria.*
A étudier.

4. **Parmelietum acetabulae** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Parmelia acetabulum, P. scortea, Anaptychia ciliaris.*
Compagnes préférantes : *Parmelia dubia, P. sulcata, P. fuliginosa.*
Compagnes : *Parmelia saxatilis, P. trichotera, P. caperata, Leucodon sciuroides, Orthotrichum Lyellii.*

C'est la belle association à grands Lichens foliacés des arbres des routes des districts calcaire, ardennais et jurassique.
Loc. : A l'Est de la Meuse, c'est-à-dire dans la partie du pays où la hauteur annuelle des pluies dépasse 750 mm.

L'association succède au Lecanoretum subfuscae, au Pertusarietum amarae, ou envahit les coussinets du Syntrichietum laevipilae Orthotrichetosum Lyellii. Elle semble constituer un climax. Elle présente de nombreuses variantes, dont voici les principales :

a. **Parmelietosum scorteae** (Frey 1923) Ochsner 1928.

Serait, d'après Ochsner, ornithocoprophile.

b. **Parmelietosum sulcatae** (Ochsner 1928) Duvigneaud comb. nov.

Caractérisée par *Parmelia sulcata* et *P. saxatilis,* cette sous-association est une grande destructrice des associations bryologiques du Synchitrion.

c. **Parmelietosum caperatae** Ochsner 1928.

Beaucoup moins nitrophile ; fortement apparentée avec le Parmelietum cervicorniformis.

5. **Ramalinetum fastigiatae** Duvigneaud 1941.

Association composée de *Ramalina farinacea, R. fastigiata, R. fraxinea, Evernia prunastri, Ev. Herinii.*

Tableau II. **Ramalinetum fastigiatae.**

F		1	2
	A. Caractéristiques de l'Association.		
Cetr.	Ramalina fastigiata	2 C	2 C
Cetr.	Ramalina farinacea	4 **G**	3 G
	B. Caractéristiques de l'Alliance.		
Cetr.	Ramalina fraxinea	2 **T**	3 **T**
Anap.	Physcia adscendens	+	1
	C. Compagne		
Anap.-Parm.	Parmelia sulcata	1	1
	D. Espèces de l'Usneion.		
Usn.	Usnea comosa	1 **T**	—
	Evernia prunasti	1	1

1. Bras (Route Saint-Hubert-Recogne). Sur *Acer*, à 2 m. du sol ; surface 10 dm², exp. N. ; recouvrement 80%.

2. Fechaut (Route Dinant-Beauraing). Sur *Ulmus*, à 2 m. du sol ; surface 5 dm², exp. E. ; recouvrement 75%.

Couvre d'une « Mousse » d'un beau vert clair les arbres des routes longeant le fond de certaines vallées de la Haute Belgique. Correspond à une hygroscopicité atmosphérique élevée.

Apparentée à la fois au Physcietum adscendentis Ramalinetosum fraxineae et au Parmelietum furfuraceae Evernietosum prunastri.

A étudier.

V. Alliance **SYNTRICHION LAEVIPILAE** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Pylaisia polyantha, Zygodon viridissimus.*

Alliance groupant des associations de Mousses en coussinets plus ou moins espacés, parfois confluant en un large gazonnement. Dominance des formes Leucodon et Orthotrichum.

1. **Syntrichietum laevipilae** (Allorge 1922) Ochsner 1928.

Syn. : Association à Tortula laevipila et Orthotrichum obtusifolium Allorge 1922 proparte.

Caractéristiques : *Syntrichia laevipila, S. papillosa, S. ruralis, Orthotrichum diaphanum, O. affine, O. leiocarpum, O. tenellum.*

Compagnes : *Orthotrichum Lyellii, Leucodon sciuroides, Dicranoweisia cirrhata.*

Association souvent réduite à des coussinets d'une ou de deux espèces précitées ; on n'en observe que rarement de beaux individus complets parce qu'elle est facilement envahie et détruite par le Parmelietum acetabulae Parmelietosum sulcatae.

Loc. : Arbres le long des routes, Peupliers dans les champs, Pommiers dans les jardins et vergers. L'association est très commune dans les districts calcaire et jurassique, moins bien développée dans le district ardennais ; très réduite dans les districts flandrien, campinien et hesbayen.

a. **Leucodonietosum sciuroidis** Ochsner 1928.

Les espèces les plus abondantes y sont : *Leucodon sciuroides, Homalothecium sericeum, Hypnum cupressiforme* var. *mamillatum.*

b. **Orthotrichetosum Lyellii** Duvigneaud 1941.

Cette variante, de loin la plus fréquente en Belgique, est caractérisée par *Orthotrichum Lyellii, O. tenellum, O. affine, Frullania dilatata.* Ochsner considère *O. Lyellii* comme une des principales caractéristiques de l'association à Ulota crispa, association nitrophile. En Belgique, *O. Lyellii* n'existe qu'accidentellement dans l'Ulotetum crispae, et est par contre ultra-abondant sur les arbres de la plupart des grands routes, arbres dont l'écorce constitue une station spécialement riche en azote.

c. **Dicranoweisietum cirrhatae** Duvigneaud 1941.

Dicranoweisia cirrhata y forme des gazonnements.

Ardenne, Calcaire, Hesbaye.

2. **Orthotrichetum pallentis** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Orthotrichum pallens, O. leucomitrium, Leskea polycarpa.*

Coussinets à la base de troncs d'arbres bordant des ruisseaux. A rechercher en Belgique.

VI. Alliance **GRAPHIDION SCRIPTAE** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Graphis scripta, Pyrenula nitida.*

Alliance groupant les associations argentées des écorces lisses des Hêtres et des Charmes de quelques forêts ardennaises. Peu connue à cause de la difficulté de déterminer sur place les espèces qui la composent. Une seule association a jusqu'à présent été décrite :

1. **Graphidetum scriptae** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Lecanora intumescens, Pertusaria* div. spec.

Strictement localisée aux régions les plus humides du pays, où la hauteur des pluies est supérieure à 950 mm., où les pluies sont abondantes toute l'année, et où les brouillards sont fréquents.

Loc. : Forêts de Bouillon et de Chiny, du Serpont, de Saint-Hubert ; bois de Grandvoir, de Grimbiémont.

VII. Alliance **USNEION BARBATAE** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Parmelia furfuracea, P. tubulosa, Evernia prunastri, Alectoria jubata, Usnea comosa.*

Compagnes : *Parmelia physodes, P. sulcata, Cetraria glauca.*

Alliance groupant les associations de Lichens fruticuleux spécialement nitrophobes. Elle exige une humidité assez forte et n'existe guère qu'à l'Est de la Meuse. Photophile.

1. **Parmelietum furfuraceae** Ochsner 1928.

Caractéristiques (Alliance et Association) : *Parmelia furfuracea, P. tubulosa, P. physodes* f. *subtubulosa, Cetraria chlorophylla, C. saepincola, Ramalina farinacea, Alectoria jubata, Usnea comosa.*

Compagnes : *Parmelia sulcata, P. saxatilis, Parmeliopsis ambigua, Cetraria glauca.*

Association formant une épaisse « Mousse » grise sur les troncs et les branches des arbres bien éclairés, dans toute la Haute Belgique. Sur Conifères, Sorbiers, Chênes et Bouleaux de préférence. Spécialement bien développée sur les Bouleaux (*Betula pubescens*) croissant dans les tourbières.

Nombreuses variantes :

a. **Parmelietosum furfuraceae** Ochsner 1928.

b. **Parmelietosum physodis** Ochsner 1928.

c. **Parmelietosum subtubulosae** (Klement 1932) Duvigneaud nov. comb.
caractérisé par la *f. subtubulosa* de *Parmelia physodes.*

d. **Cetrarietosum** Duvigneaud 1941.
caractérisé par une grande abondance des Cetraria : *C. glauca, C. saepincola, C. chlorophylla.*

Sur Sorbiers bordant les routes, sur Chênes (Geitsbuch, Baraque Michel), sur Bouleaux (pierrier de Bande, fagnes à Saint-Hubert, forêt d'Anlier).

e. **Evernietosum prunastri** Ochsner 1928.

« Mousse » des chênes bien éclairés.

2. **Usneetum barbatae** Frey 1923 sensu Ochsner 1928.

Caractéristiques de l'association : *Usnea dasypoga, U. florida, U. ceratina.*
Caractéristiques de l'alliance : *Usnea comosa, Alectoria jubata, Parmelia furfuracea, Evernia prunastri.*

Association formant des barbes ou des chevelures vertes sur le tronc ou les branches d'arbres bien éclairés, dans les régions les plus humides du pays.

Deux variantes sont à considérer, qui ont peut-être la valeur d'association, mais dont l'étude est encore à faire à la lumière de la monographie de Motyka sur les Usnées :

a. **Usneetosum comosae** Duvigneaud 1941.
Caractérisée par *Usnea comosa, U. florida, U. hirta, U. Wasmuthii.*

Forme des chevelures dressées sur les branches des arbres, spécialement des Chênes. Répandue dans toute la Haute Belgique, y compris les bois de Chênes sur calcaire.

b. **Usneetosum dasypogae** Duvigneaud 1941.
Caractérisée par *Usnea dasypoga, U. ceratina, Alectoria jubata.*

Forme de longues barbes pendantes sur les troncs des arbres des forêts les plus humides du pays : Ruhrbuch, Anlier, Serpont, Neuvillers.

VIII. Alliance **DREPANION CUPRESSIFORMIS** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Hypnum cupressiforme, Madotheca platyphylla, Metzgeria furcata, Radula complanata, Frullania Tamarisci.*
Groupe des associations de Mousses en tapis et d'Hépatiques en rosettes, plus ou moins nitrophobes. Dominance des formes Isothecium, Pterigynandrum, et Radula. Sur les arbres des forêts.

1. **Ulotetum crispae** (Allorge 1922) Ochsner 1928.
Syn. : Association à Ulota crispa et Orthotrichum Lyellii Allorge 1922. *Ulota-Frullania* association Richards 1937.
Caractéristiques de l'association : *Ulota ulophylla, U. Bruchii, U. crispula, Microlejeunea ulicina.*
Caractéristiques de l'alliance : *Frullania Tamarisci, Radula complanata, Hypnum cupressiforme, Madotheca platyphylla, Metzgeria furcata.*
Compagnes : *Frullania dilatata, Orthotrichum Lyellii* (1).

(1) Cette espèce, qui caractérise l'association en Suisse et dans le Vexin français, y est très rare et souvent en mauvais état en Belgique et en Grande Bretagne. Elle atteint chez nous son maximum de vitalité dans le Syntrichietum laevipilae, association nitrophile des arbres isolés.

Association des lisières de forêts et des bois clairs, s'établissant de préférence sur les branches ou les jeunes troncs ; surtout sur les Chênes. Association fugace, passant rapidement à l'Usneetum barbatae Usneetosum comosae, ou au Drepanietum filiformis. Souvent mélangée et en compétition avec des *Pertusaria*.

Loc. : Forêts d'Ardenne, surtout sur jeunes Chênes ; Bois de la Hage (Demaret 5).

2. **Drepanietum filiformis** Ochsner 1928.

Caractéristiques de l'association : *Hypnum cupressiforme* var. *filiforme Isothecium myosuroides, I. myurum, Homalia trichomanoides, Lepraria aeruginosa.*

Caractéristiques de l'alliance : *Frullania Tamarisci, Radula complanata, Hypnum cupressiforme, Madotheca platyphylla, Metzgeria furcata.*

Compagnes : *Neckera complanata, N. pumila, N. crispa, Dicranum scoparium, Eurhynchium striatum, Plagiochila asplenioides, Anomodon viticulosus, A. attenuatus, Frullania dilatata.*

Association des bois et forêts humides et ombragées ; troncs des Hêtres et des Chênes.

Loc. : Très développée dans la Haute Belgique, dans des régions où la hauteur des pluies annuelles est supérieure à 900 mm., et où la pluie est abondante pendant toute l'année. Forêts de Saint-Hubert, Saint-Michel, Anlier, Bouillon, Gedinne, Louette Saint-Pierre ; bois de Laroche, Grimbiemont, Grand-Voir, Rochefort...

Variantes :

a. **Isothecietosum myuri** Ochsner 1928.

Sous-association de la base des troncs, caractérisée par *Isothecium myurum, Thuydium tamariscinum, Plagiochila asplenioides.*

b. **Neckeretosum complanatae** Ochsner 1928.

c. **Neckeretosum crispae** Ochsner 1928.

d. **Antitrichietosum curtipendulae** Ochsner 1928.

e. **Hepaticetosum** Duvigneaud 1941.

Sous-association très répandue dans les forêts ardennaises, caractérisée par les quatre Hépatiques de l'alliance poussant en mélange avec de longs brins enchevêtrés ou pendants de Mousses pleurocarpes.

Remarques. 1. L'espèce la plus caractéristique et la plus constante de cette association est *Isothecium myosuroides*. Cette espèce semble remplacer *Isothecium myurum* de l'association décrite par Ochsner pour la Suisse. En Belgique, *I. myurum* est peu fréquent et d'ailleurs localisé à la base des troncs.

On serait tenté de considérer *Isothecium myosuroides*, qui manque dans le Drepanietum de la Suisse, comme une caractéristique locale. Seulement, *I. myosuroides* existe, quoique peu abondant, dans le Drepanietum du Vexin français (Allorge 1).

En Angleterre et en Écosse (Watson 32, Mary Martin 23), il devient comme en Belgique l'espèce la plus caractéristique et la plus constante de l'association. Enfin, il

forme sur les arbres de la forêt de Killarney, dans le Sud de l'Irlande, un ISOTHECIETUM MYOSUROIDIS (Isothecium association, Richards 30) d'où *Hypnum cupressiforme* a disparu.

Il y a là une progression qu'il serait intéressant d'expliquer.

2. En Suisse, Ochsner considère *Frullania dilatata* comme caractéristique de l'al. liance ; elle est en effet abondante à la fois dans l'Ulotetum et le Drepanietum.

En Belgique, *Fr. dilatata* est beaucoup plus fréquente sur les arbres des bords des routes que sur ceux des forêts ; c'est *Fr. Tamarisci* qui la remplace dans l'Ulotetum et le Drepanietum.

Il en est de même en Irlande (Bois de Killarney) où *Fr. Tamarisci* caractérise à la fois l'association à Ulota (Ulota-Frullania association Richards) et l'Isothecietum myosuroïdis, dont il a été question plus haut. *Frullania dilatata* manque totalement.

IX. Alliance **LOBARION PULMONARIAE** Ochsner 1928.

CARACTÉRISTIQUES : *Lobaria pulmonaria, Nephroma laevigatum, Peltigera scutata, Sticta fuliginosa.* Toutes très rares en Belgique.

C'est l'alliance des grands Lichens foliacés se développant sur les tapis de Mousses du Drepanion. En Belgique, l'association climax envahissant le Drepanion des forêts ardennaises se compose des espèces décrites par OCHSNER comme compagnes de son Lobarietum pulmonariae ; celles-ci se présentent sous une forme écologique tellement typique, et avec une telle constance, qu'il me semble logique de séparer l'association qu'elles forment du Lobarietum. Celui-ci n'existe chez nous qu'à l'état sporadique, parce qu'il exige pour se développer un climat très humide (hauteur des pluies supérieure à 1500 mm.) qui n'existe pas chez nous.

1. **Parmelietum subauriferae** Duvigneaud 1941.

CARACTÉRISTIQUES : *Parmelia subaurifera, P. fuliginosa var. glabratula.*

COMPAGNES : *Parmelia sulcata, P. physodes.*

Association pionnière ou faisant suite sur les branches ou troncs à écorce lisse au Graphidetum scriptae ou au Lecanoretum allophanae.

2. **Parmelietum cervicorniformis** Duvigneaud 1941.

Association caractérisée par la forme en bois de Cerf ou en feuille de Chêne des *Parmelia* qui la composent ; certains de ces *Parmelia* ont abandonné leur forme de végétation Parmelia pour la forme Anaptychia.

Également caractérisée par les énormes rosettes (de 10 à 60 cm. de diamètre) qu'y forme *Parmelia caperata*. Il est curieux de constater que cette belle espèce n'a une fréquence que de 1/20 à 1/30, c'est-à-dire qu'elle ne se trouve jamais que sur 1/20 à 1/30 de la totalité des arbres qui composent la forêt. Mais les arbres qui la portent sont couverts de ses rosettes vert-jaune depuis le haut jusqu'au bas.

Association climax des Chênes et Hêtres des forêts d'Ardenne ; fait suite au Drepanietum filiformis, qu'elle peut parfois précéder.

Tableau III. **Parmelietum cervicorniformis.**

F		1	2	3	4
	A. Caractéristiques				
	Cervicorniformes				
Anap	Parmelia sulcata	2 R	2 R	2 R	2 R
Anap	Parmelia physodes	2 R	2 R	2 R	1 R
Anap	Parmelia saxatilis	2 R	3 R	3 G	3 G-R
Cetr.	Cetraria glauca	3 R-G	—	—	—
	Quercifoliiformes				
Parm	Parmelia caperata	**3 R**	**3 R**	**3 R-G**	**3 R-G**
Parm	Parmelia quercina	2 G	2 R	1 R	—
Parm	Parmelia trichotera	—	—	—	2 G
Pert.	Pertusaria hemisphaerica	2	1	1	2
Parm.	Parmelia fuliginosa var. glabratula	1 R	2	1 r	+
	B. Compagnes				
Cetr.	Evernia prunastri	2 T	—	2 T	+
Cetr.	Ramalina farinacea	—	—	1 t	—
Pert.	Pertusaria amara.	1	1	1	—
	C. Espèces du Graphidion.				
Gr.	Graphis scripta	2	+	—	+
Gr.	Arthonia radiata	+	—	—	—
	D. Espèces du Drepanion				
Pter.	Drepanium filiforme	2 G	1 i	—	2 G
Rad.	Frullania Tamarisci	+	—	1	—
	E. Espèces du Cladonion.				
Clad.	Cladonia coniocraea	—	+	1	—

1. Bois du Ban à Petit-Voir (Neufchateau) — Sur *Fagus*, à 1,75 m. du sol. Surface 8 dm², exposition N. ; recouvrement 90%.

2. Bois de S^{t}-Michel (S^{t}-Hubert) — Sur *Fagus*, à 1,75 m. du sol. Surface 8 dm², exposition N.-E. ; recouvrement 80%.

3. Bois des Spiroux à la Hernière (Marche) — Sur *Quercus*, à 1,75 m. du sol Surface 8 dm² ; exposition E. ; recouvrement 85%.

4. Bois de Chanly (Wellin) — Sur *Fagus*, à 1,75 m. du sol. Surface 8 dm² ; exposition N. ; recouvrement 100%.

3. **Lobarietum pulmonariae** Ochsner 1928.

Très fragmentaire par suite d'une humidité insuffisante.

X. Alliance **CETRARION PINASTRI** Ochsner 1928.

Caractéristiques : *Cetraria pinastri, Parmeliopsis ambigua, P. hyperopta.*

1. **Parmeliopsidetum ambiguae** Frey 1923.

Association composée des trois espèces de l'alliance, accompagnées de *Parmelia physodes* et de l'un ou l'autre *Cladonia.*

Loc. : Ne se trouve en Belgique qu'au plateau de la Baraque Michel, où on la rencontre à la base des Epiceas, sur les pins du Noir Flohay, et sur les arbustes et bruyères dans les Fagnes.

XI. Alliance **CLADONION CONIOCRAEAE** Duvigneaud 1941.

Caractéristiques : *Cladonia coniocraea, Cl. digitata.*

Groupe les associations de *Cladonia* à thalle primaire très développé, qui s'installent sur la base des arbres mais peuvent s'élever jusqu'au sommet en se développant parmi les Mousses couvrant les troncs. Se rencontre parfois aussi sur les souches, et constitue ainsi une transition entre les associations épiphytiques et celles du bois mort et du sol.

Les associations du Cladonion coniocraeae n'ont pas encore été étudiées, malgré le grand intérêt qu'elles présentent. Leur étude est plus encore du domaine de l'écologie que de celui de la phytosociologie, car elles sont fixées plus par la forme écologique des espèces qui les composent que par ces espèces elles-mêmes. Pour la Belgique, on peut distinguer, en première approximation, l'association et les sous-associations suivantes :

1. **Cladonietum coniocraeae** Duvigneaud 1941.

Caractéristiques : *Cladonia macilenta, Cl. squamosa* var. *phyllocoma, Cl. fimbriata* f. *conista, Cl. pityrea, Cl. polydactyla, Dicranum scoparium.*

a. **Microcladonietosum coniocraeae** Duvigneaud 1941.

Sous-association caractérisée par la forme à thalle primaire bien développé composé de nombreux petits squamules, et à podétions peu denses, simples, courts, et minces des divers *Cladonia* composant l'association.

Loc. : En Haute Belgique, troncs de Conifères, de Chênes, ou sur les Mousses (Drepanietum filiformis) couvrant les troncs des Hêtres.

b. **Macrocladonietosum digitatae** Duvigneaud 1941.

Sous-association de la base des troncs, très proche parente de certaines associations des souches. Correspond à une lumière plus faible et une humidité plus forte que la précédente. Caractérisée par la forme à thalle primaire composé de squamules géantes et à podétions nombreux, allongés, épais, et souvent ramifiés, couverts de squamules, des divers *Cladonia* composant l'association. Dominance de *Clad. digitata.*

c. **Sphaerophoretosum globosae** Duvigneaud 1941.

Sous-association caractérisée par *Sphaerophorus globosus, Cladonia squamosa f. callosa,* formant tous deux des coussinets compacts.

Loc. : Sur troncs de Hêtres, et de Chênes, dans parties sombres de la forêt hercynienne : Ruhrbusch, Serpont, Louette Saint Pierre. Ces trois stations sont établies sur terrain cambrien.

IV. SUCCESSION.

Les associations se succèdent dans un ordre schématisé au tableau IV. Celles qui sont situées sur une même horizontale sont voisines, bien que d'origine différente.

V. CONCLUSIONS.

1. La répartition des associations épiphytiques est réglée en majeure partie par l'humidité du climat.

En Belgique, un examen préliminaire nous montre l'existence de trois régions essentiellement différentes au point de vue des épiphytes :

1. une région occupant le centre du pays, comprenant les districts géobotaniques flandrien, campinien, et hesbayen, où la hauteur des pluies est inférieure 750 mm. par an ; caractérisée par la maigre alliance Lecanorion conyzaeae, couvrant les arbres des forêts d'une croûte verte ou grisâtre.

2. à l'Ouest de cette région, une autre plus humide, à climat maritime, correspondant aux districts des dunes et poldériens ; caractérisée par les associations très nitrophiles : Physcietum adscendentis, Xanthorietosum parietinae et Buellietum canescentis, couvrant les arbres de croûtes blanches ou de rosettes jaune d'or.

3. toute la partie de la Belgique située à l'Est de la ligne Sambre-Meuse, où la hauteur annuelle des pluies est supérieure à 750 mm. ; caractérisée par le Parmelietum acetabulae couvrant les arbres des bords des routes, par l'alliance Usneion barbatae des forêts claires et par l'alliance Drepanion cupressiforme des forêts sombres.

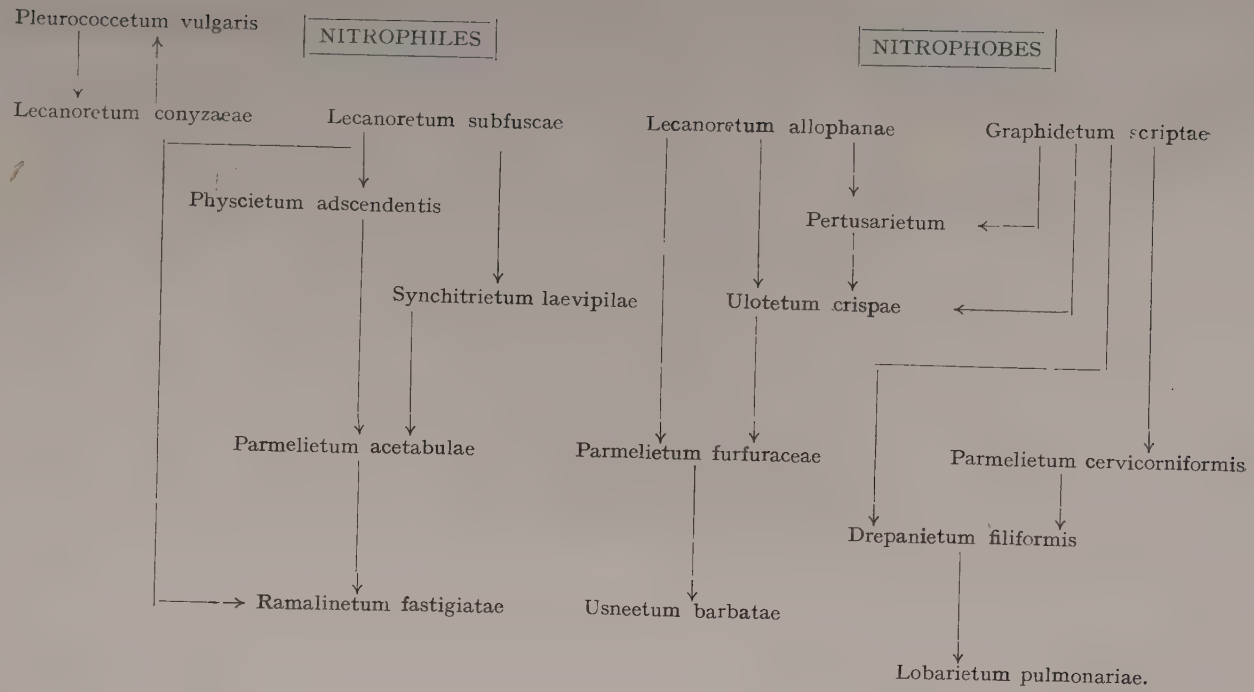


Tableau IV. **Succession des associations épiphytiques.**

L'association Graphidetum scriptae semble avoir des besoins en eau spécialement grands, et caractérise les forêts où la hauteur des pluies dépasse annuellement 950 mm.

La belle association Lobarietum pulmonariae, qui exige au moins 1400 mm. d'eau par an, est à peine ébauchée en Belgique.

2. Les principales associations épiphytiques de notre pays ayant été à peu près délimitées, il faudrait maintenant étudier de près les conditions climatiques qui les régissent ; il sera alors possible de préciser ces associations, d'en découvrir de nouvelles, ou de les scinder en sous-associations ou facies correspondant à des conditions édaphiques ou géographiques bien définies. La distribution exacte devra être étudiée.

Le résultat final de ces études sera une classification de nos forêts d'après les associations épiphytiques qui s'y développent ; une essai de classification des campagnes d'après les associations épiphytiques des arbres isolés et de ceux qui bordent les routes sera tenté.

Ces classifications pourront alors être comparées à celles qui sont basées sur les propriétés du sol et qui sont établies par l'étude des associations du sol.

L'étude des associations épiphytiques et celle des associations du sol devraient d'ailleurs toujours être faites simultanément (Lipmaa 20) ; les résultats obtenus se complètent : les premières nous renseignent sur l'humidité atmosphérique (y compris la répartition et l'abondance des précipitations au cours de l'année) et la luminosité, les dernières sur les propriétés chimiques et physiques du sol.

3. L'étude écologique des Lichens et Mousses épiphytiques les plus communes (*Parmelia physodes, Parm. sulcata, Hypnum cupressiforme*) est digne du plus haut intérêt.

Institut Botanique Leo Errera.

BIBLIOGRAPHIE

1. Allorge (P.) — *Les Associations végétales du Vexin français.* Nemours, 1922.
2. Amann (J.) — *Bryogéographie de la Suisse.* Zurich, 1928.
3. Bouly de Lesdain (M.) — *Lichens de Dunkerque.* 1910.
4. Braun-Blanquet (J.) — *Pflanzensoziologie.* Berlin, 1928.
5. Demaret (F.) — *B. Soc. R. Bot. Belg.* LXX, 2, 141, 1938.
6. Demaret (F.) — *B. Jard. Bot. Brux.* XIV, 4, 379, 1937.
7. Demaret (F.) — *An. Soc. Sc. Brux.*, sér. II, LVIII, 29, 1938.
8. des Abbayes (H.) — *B. Soc. Sc. Nat. Ouest France*, sér. V, III, 1933.
9. Dughi (R.) — *C. R.*, t. 208, 1114, 1939.
10. Duvigneaud (P.) — *B. Soc. R. Bot. Belg.* LXX, 2, 162, 1938.
11. Duvigneaud (P.) — *ibid.* LXXI, 2, 112, 1939.
12. Duvigneaud (P.) — *B. Ligue Amis For. de Soignes*, XX, 1, 115, 1939.
13. Duvigneaud (P.) et Giltay (L.) — *Catal. des Lichens de Belgique*, 1938.
14. Frey (E.) — *Mitt. Nat. Ges.* Bern, 1922.
15. Gallemaerts (V.) — *Rec. Inst. Bot. Leo Errera*, VIII, 1, 1911.
16. Hilitzer (A.) — *Étude sur la végétation épiphytique de la Bohème.* Prague, 1925.
17. Klement (O.) — *B. B. C.*, XLVIII, Abt. 2, 52, 1931.
18. Kusan (F.) — *Flora i vegetacija lisaja sjeverozapadnik crnogorskih planina*, Zagreb, 1933.
19. Kusan (F.) — *B. Int. Ac. Youg. Sc. et B.-A.* Zagreb, 27, 143, 1933.
20. Lipmaa (T.) — *Acta et Comm. Univ. Tartu* A, XXVIII, 1, 1, 1935.
21. Massart (J.) — *Rec. Inst. Bot. Leo Errera*, VII, 167, 1908.
22. Massart (J.) — *Esq. geographie botanique de Belgique*, 1910.
23. Mary Martin (N.) — *J. of Ecol.*, XXVI, 1, 82, 1938.
24. Moenkemeyer (W.) — *Die Laubmoose Europas*, in *Rab. Kr. Fl.* 1927.
25. Motyka (J.) — *B. Ac. Polon. Sc. et Lettres*, Cracovie, 1925.
26. Ochsner (F.) — *Jahrb. St Gall. Nat. Ges.*, 63, 1, 1928.
27. Ochsner (F.) — *Rev. Bryol. et Lichenol.*, VII, 74, 1934.
28. Olsen (C.) — *Bot. Tidskr.*, 34, 313, 1917.
29. Poncelet (L.) — *Ciel et Terre*, nº 10, 1939.
30. Richards (P. W.) — *Ann. Bryol.*, 11, 108, 1938.
31. Sulma (T.) — *B. Ac. Polon. Sc. et Lettres*, B, 77, 1935.
32. Watson (W.) — *J. of Ecol.*, XXIV, 1936.

SUR LA PATHOLOGIE DE LA MITOSE

par **Victor CONARD**

Quand on parcourt la monographie de POLITZER (1) consacrée à la « Pathologie de la Mitose », on est frappé du nombre considérable de recherches et d'observations faites sur ce thème, de la quantité d'agents perturbateurs utilisés et de la diversité des résultats obtenus, mais ce qui frappe plus encore, c'est le nombre restreint de travaux effectués sur le frais ; c'est sur une science statique que l'on ouvre une fenêtre, alors que les phénomènes mitotiques sont avant tout dynamiques. Nous avons essayé de suivre pas à pas le développement des phénomènes, les perturbations et leurs résultats in vivo. L'espèce (*Degagnya maxima*) sur laquelle nous avons travaillé, se prête particulièrement bien à cette étude, en effet :

1. les mécanismes normaux commencent à y être bien connus ;

2. les noyaux volumineux permettent, même à de faibles grossissements, de suivre assez aisément le détail et la transformation des appareils.

Nous nous sommes borné à suivre le comportement de l'appareil achromatique, les chromosomes n'étant pas individualisables sur le frais. Comme agents perturbateurs, ont été successivement utilisés le froid, la pyridine et les produits de la combustion du tabac.

A. ACTION DU FROID.

Prélèvement. — Les récoltes sont faites dans un étang dont le niveau avait été si fortement abaissé que les filaments de l'algue, qui se trouve normalement sur le fond, en hiver, avaient été emprisonnés par la glace. Nous avons brisé la glace. Les blocs obtenus sont abandonnés en serre froide à une température de 6 à 7°. Ils fondent lentement en libérant progressivement les filaments qu'ils incorporaient. Les filaments ainsi libérés sont prélevés de temps en temps pour être examinés au laboratoire, à une température d'environ 18°.

(1) POLITZER, G., 1934. *Pathologie der Mitose*. Protoplasma-Monographien, 7.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à l'Assemblée générale du 2 février 1941.

Si nous résumons brièvement ce que nous ont montré les différents prélèvements effectués à des moments de plus en plus éloignés du moment de la fonte, nous arrivons à peu près à ce tableau ci. Tout de suite après la fonte, aucune mitose. Les cellules montrent quelques anomalies de membrane ; ensuite après 12 à 24 h., la température de l'eau se relevant jusqu'à atteindre celle de la serre, c'est-à-dire 6-7°, on assiste à une première onde cinétique. Les noyaux résultant de cette première vague de division ont une suspension assez altérée, en ce sens qu'ils n'occupent plus exactement le milieu de leur cellule. Deux jours plus tard, ils ont récupéré une suspension normale et se trouvent à leur place normale. D'autre part, le nombre des mitoses est infiniment faible ; il semble qu'à la période de cinèses succède une interphase pendant laquelle les cellules se préparent à une nouvelle division. Si, brusquant les choses, nous portons maintenant les filaments à 18°, nous constatons que 12 h. à 24 h. après, un très grand nombre de cellules entrent en mitose.

En résumé, notre technique a consisté à réchauffer des filaments d'algue extraits de blocs de glace prélevés dans un étang. Le réchauffement s'est fait en deux temps : 1° en serre froide (6° à 7°) ; 2° à la température du laboratoire (18°). Nous avons observé, après le second réchauffement, au cours des mitoses, de nombreuses anomalies que nous allons décrire.

Troubles du comportement de la figure mitotique.

Préliminaire.

Le noyau de *Degagnya maxima* (fig. 34) de forme lenticulaire, enveloppé d'une couche cytoplasmique très mince, la poche cytoplasmique, occupe exactement le milieu de la vacuole à suc cellulaire. Il est relié au cytoplasme périphérique en contact avec la membrane cylindrique par des tractus cytoplasmiques, qui tirent leur nom de leur fonction : les suspenseurs nucléaires. Si le noyau occupe une position d'équilibre centrale, c'est que, nous le supposons, les forces de traction, exercées à sa surface par les suspenseurs sont uniformément réparties.

Préparation à la division = Prophase.

Les noyaux qui vont se diviser se caractérisent par l'écartement de leurs suspenseurs, c'est-à-dire que le point d'insertion de ceux-ci sur le cytoplasme périphérique s'éloigne du plan médian (fig. 1, vers le bas). Cette modification est peut-être entraînée par l'apparition d'un des appareils de division, l'appareil lamellaire. Cet appareil jouera un rôle primordial dans toute la division. L'image de noyau aux suspenseurs écartés peut persister plusieurs heures, sans modifications enregistrables. A un moment donné, brutalement, la division elle-même est déclanchée, les phénomènes prophasiques observés sont de 2 ordres :

1) Augmentation du volume nucléaire (fig. 2) traduisant

2) des modifications de structure intime : *a*) gonflement, dispersion progressive et totale du nucléole (fig. 3) ; *b*) condensation des chromosomes.

Altérations de la prophase.

Dans les divisions que nous avons suivies, la prophase nous a paru être modifiée à deux points de vue. D'abord, le gonflement nucléaire prophasique a été plus rapide et moins marqué que dans les conditions normales.

Ensuite, la dispersion nucléolaire nous est apparue imparfaite : un grumeau plus réfringent a continué à persister (fig. 4).

Métaphase.

Ces noyaux à peine dilatés, avec un reste nucléolaire plus réfringent, subissent alors la première contraction, au cours de laquelle les chromosomes qui ont pénétré dans la substance nucléolaire à la fin de la prophase constituent avec celle-ci le disque chromosomio-nucléolaire. Le noyau a la forme d'une lentille biconcave : c'est le stade du fuseau court. Puis survient une seconde augmentation de volume (fig 4-5), au cours de laquelle, la figure mitotique adopte une forme en rectangle, c'est le fuseau long (fig. 6).

Les phénomènes métaphasiques ont tous les caractères de la normalité.

Séparation des noyaux-fils = Anaphase.

Au cours de l'anaphase toutes les forces cellulaires vont tendre vers un but, séparer les matériaux des futurs noyaux-fils, matériaux répartis également de part et d'autre de la ligne médiane pendant la prophase et la métaphase. La caryolymphe est disposée en 2 demi-fuseaux, séparés par le disque chromosomio-nucléolaire. Chacun des noyaux recevra un demi-fuseau de caryolymphe et un demi-disque, la ligne de partage passant, en effet, juste au milieu du disque chromosomio-nucléolaire.

Les moyens utilisés par la cellule pour arriver à ces fins sont de 3 ordres :

1) d'abord et encore une fois, variation de volume nucléaire : contraction des 2 demi-fuseaux de caryolymphe sur eux-mêmes. Cette diminution de volume semble être le phénomène déclanchant les autres, elle se poursuit pendant toute l'anaphase ;

2) à cause de cette contraction, apparition, entre les 2 primordia nucléaires, d'un espace libre occupé par un corps osmotique, le corps intermédiaire, qui jouera un rôle appréciable à la fin de l'anaphase. On peut assigner à ce corps, au début de son développement une forme cylindrique ; cylindre, dont la surface latérale est constituée par la portion de poche cytoplasmique, qui a cessé d'être en contact avec les noyaux-fils naissants, et dont les bases correspondent aux anciennes surfaces de contact des demi-disques chromosomio-nucléolaires. Ce corps, par hydratation, est doué de croissance propre ;

3) allongement de l'appareil lamellaire, qui en s'accroissant entraîne avec lui les noyaux-fils et du même coup les éloigne. Au cours de cet allongement anaphasique, l'appareil lamellaire subit des variations physicochimiques : il se découpe en fibres douées d'un mouvement centrifuge, maximum sur la ligne médiane (fig. 7 et 8).

Télophase.

1) Les noyaux-fils se reconstituent. Les demi-disques chromosomio-nucléolaires pénètrent dans la caryolymphe dans laquelle ils se désorganisent. Finalement, la substance chromosomiale se disperse tandis que les nucléoles réapparaissent.

2) Chacun des noyaux-fils n'a qu'une demi-suspension, héritée du noyau-père. Ce sont les fibres, qui, après être arrivées au cytoplasme périphérique, donnent la nouvelle partie de la suspension des noyaux-fils.

3) La division cytoplasmique est intimement associée à la formation des membranes séparatrices. Avant la métaphase, est apparue une différenciation cytoplasmique granulaire en anneau, le bourrelet membranogène, qui est circulaire en coupe optique et dans lequel se déroulent la plasmodiérèse et la membranogénèse dès que, dans les conditions normales, les fibres sont venues le frapper. C'est lui aussi que la poche cytoplasmique rencontre au cours de sa dilatation transversale. Après ce contact, la dilatation cesse, l'anneau membranogène progresse vers l'intérieur de la cellule en restreignant son diamètre. Tandis qu'il continue à construire les nouvelles membranes séparatrices, il se ferme comme un diaphragme, entraînant la diminution de volume, et, pour finir, la disparition du corps intermédiaire contenu dans la poche cytoplasmique.

Anomalies enregistrées pendant l'anaphase et la télophase.

Pendant l'anaphase, apparaissent parfois des anomalies caractéristiques. Si la prophase était marquée par une accélération et un fondu des phénomènes, tout au contraire, cette phase doit ses particularités à son ralentissement extrême : les primordia nucléaires s'écartent très lentement. De même, les transformations de l'appareil lamellaire, son découpage en fibres et les mouvements de celles-ci sont à ce point ralentis qu'au moment où les premières fibres s'écartent, on a l'impression d'avoir une mitose animale sous les yeux, dans laquelle les fibres paléales des auteurs s'entrecroisent à la périphérie (fig. 7). Les lamelles se découpent successivement en fibres, et celles-ci se déplacent du centre vers la périphérie les unes après les autres, par train. Quand l'appareil lamellaire est complètement résolu en fibres qui se sont déplacées en direction centrifuge, la figure de division s'effondre parfois. La dilation transversale de la poche cytoplasmique qui va rejoindre le bourrelet membranogène en activité provoque alors le rapprochement des noyaux-fils en construction. Ce dernier a lieu par saccade et ne s'arrête qu'au moment où les noyaux entrent en contact l'un avec l'autre. Ce rapprochement est esquissé dans les mitoses normales, il ne dure que quelques instants. Ici au contraire,

la marche des noyaux vers la zône médiane ne s'arrête qu'au moment où ils se touchent. La rencontre a lieu juste au milieu de la cellule-mère (fig. 9-10-11).

Si, selon les cellules, le rapprochement des noyaux a lieu plus ou moins vite, c'est que la suspension des différents noyaux est plus ou moins bien conservée (fig. 9 et 10). Les saccades correspondent à la rupture d'un ou d'un petit nombre de suspenseurs. Si peu de suspenseurs subsistent, les noyaux se rapprochent plus rapidement, le nombre des saccades est très faible (fig. 11). Au moment de leur arrivée au centre, le plus souvent, les noyaux ne possèdent plus qu'une suspension tout-à-fait rudimentaire. Autour des deux noyaux, aplatie et flasque, on peut voir une poche repliée. C'est la poche cytoplasmique qui a diminué progressivement de volume, pendant le rapprochement des noyaux, jusqu'à ne plus être qu'une double couche cytoplasmique qui occupe le milieu de la cellule. En somme, si les noyaux-fils télophasiques, qui se trouvent normalement séparés de quelques 10 μ, se rapprochent, c'est que les forces qui agissent sur eux pour les maintenir écartés ont diminué ou disparu. Quelles sont ces forces ?

1) Des forces de traction exercées sur les pôles de la poche cytoplasmique par les suspenseurs, forces dont les résultantes sont deux horizontales, agissant en sens inverse, pour leur propre compte, et attirant les noyaux-fils vers le centre des cellules-filles qui leur correspondent. Si les suspenseurs disparaissent, du même coup, les tractions qu'ils exercent sur les noyaux s'évanouissent et ceux-ci se rapprochent.

2) Des forces de pulsion, engendrées par le corps intermédiaire. (A ce moment, l'appareil lamellaire complètement résolu en fibres est sorti de l'atmosphère nucléaire et n'exerce donc plus aucune action sur la position des noyaux). On peut admettre : *a*) que le corps intermédiaire est lésé et incapable de remplir son rôle ou bien *b*) que la poche cytoplasmique présente des altérations, que sa perméabilité a varié sous l'influence du froid et que ou bien α) elle ne permette plus l'entrée de l'eau d'hydratation du corps intermédiaire — perméabilité nulle — ou bien β) que sa perméabilité s'est accrue en ce sens qu'elle laisse fuser le constituant osmotique particulier qui la remplit.

Il y a donc trois ordres de lésions possibles frappant ou

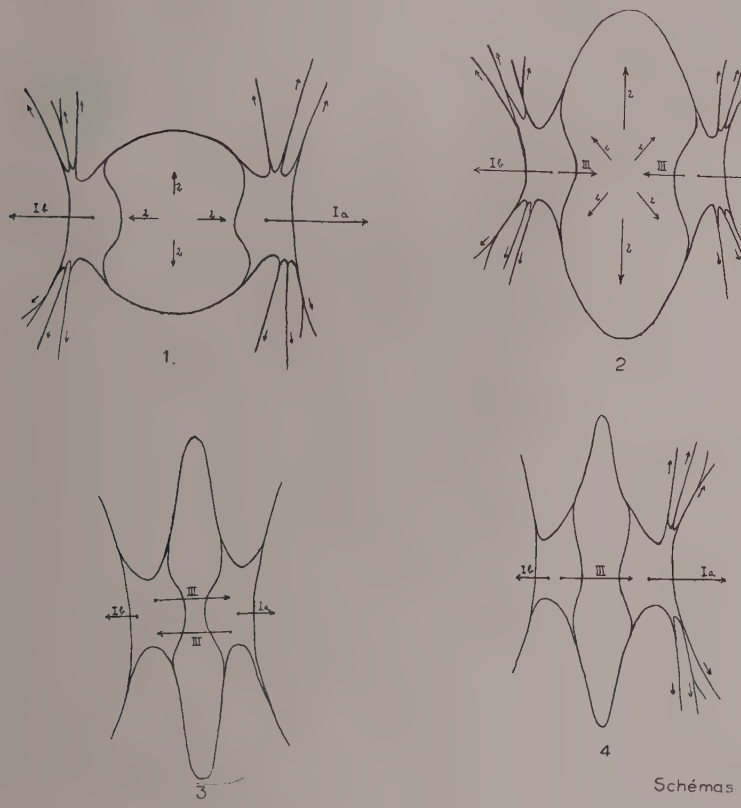
1) les suspenseurs,

2) le corps intermédiaire,

3) la poche cytoplasmique.

La possibilité d'une atteinte du corps intermédiaire ou de la poche cytoplasmique peut être rejetée tout de suite. Ces appareils de division nucléaire ont déjà fonctionné au cours de l'anaphase et du début de la télophase. La poche cytoplasmique a subi des variations de volume normales et rien ne nous permet de supposer qu'à la fin de la télophase, ces organes deviennent tout d'un coup insuffisants. Bien plus, si nous nous remémorons, qu'au cours des phénomènes normaux, il se produit un léger rapprochement nucléaire pendant la dilatation transversale de la poche cytoplasmique et que celle-ci s'affaisse lentement dès qu'elle est entrée en contact avec le bourrelet membranogène, nous sommes conduit à penser que

le corps intermédiaire a perdu à ce moment sa fonction osmotique. La force de pulsion qu'il exerçait sur les noyaux a disparu, puisqu'un ressaut nucléaire se produit. Nous pouvons donc délibérément abandonner nos deux dernières hypothèses et nous reporter à la première. A la fin de la télophase, un seul ordre de forces détermine les mouvements des noyaux, ce sont les tractions exercées sur ceux-ci par les suspenseurs ; c'est dans un vice de fonctionnement de ceux-ci qu'il faut rechercher la cause des anomalies que nous avons enregistrées.



Schémas

En nous reportant à des schémas, nous allons essayer de nous représenter les modifications qui surviennent dans les forces exercées sur la figure mitotique au cours de la télophase (schéma 1 — début de télophase — , schéma 2 — fin de télophase). Un troisième schéma nous renseignera sur les troubles apparus dans un grand nombre des cellules que nous avons étudiées.

Si nous considérons le schéma 1, traduisant l'état de la figure nucléaire à la

fin de l'anaphase, nous constatons : 1. que les forces de traction exercées par les suspenseurs sur les pôles de la poche cytoplasmique contre lesquels sont adossés les noyaux-fils en construction s'égalisent, puisque la figure occupe exactement le milieu de la cellule mère ; 2. que les forces d'expansion du constituant osmotique du corps intermédiaire tendent la poche cytoplasmique harmoniquement en tous sens, elle prend la forme d'un sphéroïde. Donc à ce moment, les forces de traction (1 *a* et 1 *b*) exercées, en sens inverse, par les suspenseurs sur les régions polaires occupées par les noyaux-fils s'équilibrent, leur résultante est nulle. D'autre part, les forces d'expansion du corps intermédiaire qui se sont manifestées uniquement tout d'abord suivant l'axe de la cellule (corps intermédiaire en forme de disque, puis de cylindre), s'extériorisent ensuite suivant les deux axes transversaux perpendiculaires. Le corps intermédiaire a pris la forme d'un tonnelet et la poche cytoplasmique, qui le contient, celle d'un ellipsoïde de révolution à axe polaire long. Tout se passe comme si, au stade reproduit par le premier schéma, les forces d'expansion suivant les trois axes s'égalisaient, la poche cytoplasmique devient sphérique. Le début de la télophase correspond donc à un stade de transition ; à ce moment toutes les forces appliquées sur la figure mitotique s'équilibrent ; la séparation des noyaux-fils est accomplie, la cellule se prépare à une nouvelle activité, la division cytoplasmique.

Le schéma 2 nous montre l'état des forces agissant sur les noyaux-fils un peu plus tard. Les forces d'expansion du corps intermédiaire suivant les 2 axes transversaux dominent, la poche cytoplasmique acquiert la forme d'un ellipsoïde à axe polaire court, elle subit une dilatation transversale qui l'amène au contact du bourrelet membranogène. Il est intéressant de noter que les lames constituant l'appareil lamellaire, qui sont solidaires de la poche cytoplasmique, subissent des transformations parallèles et en quelque sorte superposables à l'évolution de celle-ci. Rectilignes, quand le corps intermédiaire est cylindrique, elles sont courbées vers l'extérieur, quand celui-ci se dilate transversalement et leur courbure s'accentue à mesure que la dilatation se poursuit. Il semble donc exister dans le comportement de l'appareil lamellaire, du corps intermédiaire et de la poche cytoplasmique, une coordination étonnante. Si nous essayons de donner une représentation grossière des choses, nous pouvons nous arrêter au suivant modèle : entre deux disques mobiles, on dispose un ballon, armé d'un corset qui prend appui sur les suspenseurs. Grâce à une soufflerie, on augmente progressivement la pression dans le ballon, les disques s'écartent, le ballon prend la forme d'un cylindre à cause du corset qui le maintient. Si, la pression une fois arrivée à une certaine valeur, on diminue petit à petit la résistance du corset, en commençant par le milieu, l'enveloppe libérée se laisse distendre par la force d'expansion du gaz. Le corps intermédiaire semble intervenir par son pouvoir considérable d'expansion (soufflerie), mais la poche cytoplasmique et l'appareil lamellaire (ballon et corset) paraissent organiser la dilatation ; le clivage en fibres du dernier appareil détermine une modification d'équilibre, la poche cytoplasmique se laisse distendre par le corps intermédiaire. Il est évident que cette représentation grossièrement mécaniste des phénomènes

est très insatisfaisante, que d'autre part le plan médian est plus que probablement le siège de transformations physicochimiques très particulières, qui, si elles étaient connues, rendraient beaucoup mieux compte des processus enregistrés. De toute façon, nous pensons que le clivage des lamelles en fibres à déplacement centrifuge est intimement associé à la dilatation de la poche cytoplasmique, nous relaterons plus loin des observations dans lesquelles nous montrerons que la dilatation n'a pas lieu si le clivage ne se fait pas.

Il arrive souvent normalement que la dilatation transversale soit si forte et si rapide que la poche cytoplasmique se raccourcisse suivant son axe polaire, déterminant ainsi le rapprochement des noyaux. Si ce rapprochement n'est pas plus marqué, c'est que les suspenseurs résistent au surcroît de forces que suscite la dilatation transversale. Le schéma 2 nous montre : 1. les résultantes des forces de traction I *a*-I *b* dues à l'action des supenseurs ; 2. l'augmentation des forces d'expansion du corps intermédiaire selon les 2 axes du plan médian — 2 — ; 3. la dilatation médiane de la poche entraîne la réduction de sa dimension longitudinale. Ceci fait apparaître une nouvelle force de traction longitudinale — III — diamètralement opposée à l'action des suspenseurs. Dans les conditions normales, les suspenseurs soumis à ces deux forces opposées résistent, leur élasticité est parfaite. Une fois la dilatation transversale achevée, c'est-à-dire une fois la poche cytoplasmique accolée au bourrelet membranogène, seules les forces I *a* et I *b* subsistent, les noyaux s'écartent l'un de l'autre, la division cytoplasmique s'achève.

Voilà retracés les processus normaux. Le schéma 3, les figures 9, 10, 11, 12 nous montrent le rapprochement des noyaux consécutifs à l'action du froid. Tout a été normal jusqu'au moment où la poche cytoplasmique s'est dilatée transversalement, nous savons qu'alors apparaît une nouvelle force horizontale — III — faisant un angle de 180° avec les forces I *a* et I *b* (suspenseurs). Les suspenseurs se trouvent tendus au maximum, un surcroît d'énergie considérable leur est demandé. Normalement leur élasticité leur permet de se détendre, cette détente se traduisant par un rapprochement nucléaire transitoire.

Si l'élasticité suspensorielle est diminuée, l'action des nouvelles composantes horizontales III est fatale à ceux d'entre eux qui sont le plus atteints. Ils ne résistent pas au surcroît d'énergie qui leur est demandé, ils cèdent. Les lésions ainsi apparues, ne sont pas immédiatement réparables, bien au contraire la rupture des suspenseurs les moins élastiques entraîne une diminution des composantes I *a* et I *b*, et du même coup, l'effet des composantes III dirigées vers le plan médian est renforcé. De nouveaux suspenseurs se rompent. Un cercle vicieux s'établit : la destruction de nouveaux suspenseurs entraînant chaque fois l'accroissement de l'action des composantes internes (III) et chaque augmentation de ces forces amenant une réduction des forces I *a* et I *b*. Et ainsi de suite.

Les suspenseurs de chacun des noyaux-fils subissant les effets du même processus, ces derniers se rapprochent de la ligne médiane d'une manière progressive et saccadée, le cercle vicieux qui donne naissance à ce mouvement n'est rompu qu'au moment où les 2 noyaux se rencontrent (les composantes I *a* et I *b* se sont réduites

progressivement, et deviennent nulles). La suspension des noyaux-fils n'est plus représentée que par quelques bras cytoplasmiques très volumineux.

En somme, on peut admettre que sous l'influence du froid, des modifications intimes de structure soient apparues dans le cytoplasme et en particulier dans une de ses parties les plus sensibles, les suspenseurs. L'action du froid se traduit par une diminution de leur élasticité.

Troubles de la division cytoplasmique consécutifs à la présence des noyaux sur le plan médian.

Dans les conditions normales, à quoi correspond cette division ? Elle consiste :

1) en la construction d'un septum cytoplasmique particulier, indifférencié dans lequel se fera

2) la division cytoplasmique proprement dite, qui correspond à l'édification de deux nouvelles portions circulaires d'utricule cytoplasmique au contact desquelles

3) il y a synthèse de cellulose et construction de deux nouvelles cloisons séparatrices.

4) En même temps, il y a découpage de la poche cytoplasmique mère en deux poches cytoplasmiques filles.

5) Les noyaux-fils ayant hérité d'une demi-suspension paternelle reconstituent la moitié manquante à partir des fibres résultant du découpage des lamelles.

Les trois premiers processus sont intimement associés et, débutant à la périphérie, progressent vers le centre. L'anneau membranogène (sur la genèse duquel nous reviendrons plus loin) ou septum cytoplasmique particulier est la matrice indifférenciée dans laquelle ont lieu la construction des portions d'utricule manquantes et l'édification des nouvelles membranes séparatrices. C'est en prenant appui sur les portions de ces organes cellulaires qu'il vient d'édifier que le bourrelet progresse ; il se referme en diaphragme au centre de la cellule. Au tiers de son parcours, à peu près, la poche cytoplasmique le rejoint, elle semble avoir un rôle directeur sur la progression des phénomènes cytodiérétiques. D'autre part, la fermeture du bourrelet entraîne le découpage de la poche et sa division en parties égales.

Pour les cellules qui nous intéressent, les choses vont se passer de façon beaucoup plus compliquée. En effet, comme nous venons de le dire, la division cytoplasmique caractérisée par la progression centripète de l'anneau membranogène, se fait, dans les conditions normales, dans un espace idéalement libre. Ici, au contraire, le plan médian est occupé par les noyaux-fils ; la poche cytoplasmique normalement bien tendue par les tractions équilibrées des suspenseurs, pend flasque comme une draperie. La progression de l'anneau membranogène est donc difficile sinon impossible ; d'abord son guide habituel, la poche cytoplasmique, lui fait totalement défaut, ensuite elle est gênée par la présence de corps étrangers au centre de la cellule. Les différents phénomènes de cette phase de la division s'interpénètrent à ce point, dans les cellules soumises à l'action du froid, que les images recueillies ne sont plus interprétables qu'avec peine : en même temps, à la même

place, ont lieu la division cytoplasmique, la division de la poche, la résorption et le remaniement des restes de celle-ci et enfin la construction de nouveaux suspenseurs qui déterminent des mouvements nucléaires qui compliquent encore les images. Essayons de dissocier ces différents processus et reprenons-les, l'un après l'autre.

a) Division cytoplasmique.

L'anneau membranogène ne progresse pas, la substance granulaire qui le constitue, se disperse. Cette dispersion se fait régulièrement et provoque la formation d'une seule plaque granuleuse, ou irrégulièrement en donnant naissance à cinq ou six amas, qui finissent par se dissocier. La substance granulaire semble prendre comme support les différents organites cellulaires qu'elle rencontre — noyaux, suspenseurs, poche cytoplasmique. Ces différents constituants cellulaires, en pleine activité, se remanient continuellement ; les noyaux peuvent même devenir mobiles, une fois leur armature suspensorielle reconstruite. De ce fait, l'ébauche des nouvelles portions d'utricule cytoplasmique (substance granulaire) est le siège de transformations constantes, elle peut de plus subir des tractions qui entraîneront au niveau des membranes définitives, des troubles morphologiques durables.

Après la résorption des restes de la poche cytoplasmique-mère et l'arrivée des noyaux aux centres de leur cellule, les membranes séparatrices présentent de nombreuses anomalies comme le montrent les figures 15 à 20, qui représentent les aspects des mêmes membranes séparatrices à différentes mises au point. D'autre part, si l'on compare ces dessins aux figures 27 et 28 faites d'après la même cellule, 48 h. plus tard, on constate des modifications profondes : les complications ont diminué, deux voussures persistent seules. Les choses ne s'arrêtent pas là, les cloisons continuent à se remanier en tendant à se rapprocher le plus possible de la normalité, sans l'atteindre cependant. De petites anomalies continuent à persister, derniers vestiges du passage des noyaux-fils au centre de la cellule-mère.

Tout se passe comme si, l'anneau une fois bloqué, la substance granuleuse synthétisée se répandait sur les supports cytoplasmiques qu'elle rencontre, subissait alors des transformations progressives avec une chronologie fortement retardée sur l'horaire normal et une fois le plan médian redevenu libre, s'organisait en se rapprochant autant que possible de la structure normale, exception faite pour certaines zônes, où la cristallisation cellulosique aurait été à ce point poussée, que des modifications morphologiques y soient devenues impossibles. Les phénomènes qui se déroulent au sein de cette substance granuleuse (prémembrane) sont évidemment beaucoup plus complexes et appartiennent plus au domaine de la physico-chimie qu'à celui de la biologie. Peut-être, s'agit-il d'un diastème anormal apparu accidentellement chez *Degagnya* à cause de la présence au milieu de la cellule-mère d'une accumulation nucléo-plasmatique. Toujours est-il, qu'il s'agit au début d'une substance sans structure définie, éminemment plastique, qui se soumet à toutes les influences extérieures, et qui, quelques heures après le retour des noyaux au centre de leur cellule, se transforme en donnant naissance à une structure fort différente de celle

des cloisons normales. Les membranes qui prennent ainsi naissance sont constituées de tractus fibreux accolés (fig. 15-20). A ce stade, il se pourrait que la différenciation de la cellulose soit à peine marquée et que son apparition progressive se transcrive par la modification de l'ébauche et sa tendance au retour à la normale, dans les jours qui suivent la division.

b) Division de la poche cytoplasmique.

Sur la division de cette poche, dans le cas actuel, nous ne pouvons pas rapporter de faits précis, sinon que les noyaux-fils revenus à leur place normale se trouvent recouverts d'une poche cytoplasmique. Le surplus de poche est plus que probablement résorbé ; d'après les images que nous avons suivies, cette résorption correspondrait à un effilochage en filaments protoplasmiques de plus en plus ténus au sein du suc vacuolaire.

c) Construction de nouveaux suspenseurs (fig. 29-30).

Nous savons que les noyaux-fils arrivés au centre de la cellule-mère sont à peu près dépourvus de suspension. La reconstruction de celle-ci a lieu à partir de la poche cytoplasmique selon ce plan-ci. Il y a prolifération du cytoplasme de la poche. Sa surface bouillonne, des prolongements en nombre considérable en partent, se remanient constamment ; d'un bouquet de ces pseudopodes, on en voit un dominer, suivre un trajet indécis et finir par venir s'attacher au contact d'un pyrénoïde. Il se remanie encore, disparaît parfois ; d'autres se créent, et ainsi petit à petit, les noyaux-fils acquièrent un nombre suffisant de suspenseurs, qui les attirent vers leur position d'équilibre.

En résumé, tous les phénomènes cytoplasmiques de la télophase se trouvent cantonnés au même espace, rendant les images enregistrées très complexes. Le rôle directeur de la poche cytoplasmique ayant disparu, l'espace idéalement libre de progression du bourrelet membranogène se trouvant comblé, la division cytoplasmique se fait par un long détour, avec un long retard, ce temps étant utilisé par les noyaux pour récupérer leur situation normale. L'explication des étapes successives, franchies dans ces conditions par la division plasmatique, depuis la plaque granuleuse jusqu'à la formation d'une membrane à peu près parfaite est très difficile.

Phénomène de Gerassimoff (1) (fig. 29-33).

En déposant à intervalles réguliers de petits morceaux de glace sur la lame de notre préparation, nous avons pu déterminer au sein de l'eau baignant nos filaments une température assez proche de 0°. Avant de commencer cette opération, nous avons eu soin de repérer les cellules en division ou sur le point de commencer celle-ci. Les troubles mitotiques enregistrés peuvent être décrits de la façon suivante : le fuseau métaphasique s'allonge peu ; l'extension en longueur, caractérisant les transformations de l'appareil lamellaire est très faible, alors que le temps pris par ces différentes phases est nettement accru. L'écartement des fibres du

(1) Gerassimoff, J., 1892, etc... Uber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. *Bull. Soc. Impér. des Nat. de Moscou*, N. Sér., 6, 109-131.

centre vers la périphérie est très ralenti. En somme, on retrouve, peut-être plus marqués, les mêmes phénomènes que ceux décrits pour les cellules libérées de la glace.

Mais à ce moment, un fait nouveau se produit, on voit la figure se déplacer vers l'un des pôles. Ce mouvement longitudinal se poursuit, atteignant une amplitude variable selon les cas, mais avec un maximum de déplacement correspondant à l'arrivée d'un des primordia nucléaires au voisinage du centre de la cellule-mère. Pendant ce mouvement, les fibres ont continué à quitter le centre, et au moment où elles ont toutes émigré vers la périphérie, les deux noyaux-fils reviennent l'un vers l'autre. Mais, contrairement à ce qui avait lieu pour les cas précédents, le rapprochement nucléaire n'a pas lieu sur la ligne médiane. Le point de contact des noyaux se trouve en dehors de cette ligne, l'un d'eux est franchement dans une des futures cellules-filles, l'autre se trouve dans la même cellule mais est tangeant au plan par où passera la division plasmatique.

Celle-ci, bien que retardée par l'absence de la poche cytoplasmique, se fera cependant normalement, le plan médian étant libre. Deux cellules sont nées, dont l'une possède deux noyaux, alors que l'autre en est dépourvue. Ces deux noyaux, et en particulier le noyau qui a passé d'une cellule dans l'autre sont mal suspendus. Ils vont, mais à des ordres différents, se reconstruire une nouvelle suspension au dépens de leur poche cytoplasmique. Ils s'écartent l'un de l'autre, et vont occuper les deux pôles d'un même diamètre au contact de l'utricule cytoplasmique. Plus tard, ils se libèrent de celui-ci, et reprennent une position correspondant à un nouvel équilibre, au sein de la vacuole à suc cellulaire. C'est sur de telles cellules que GERASSIMOFF a étudié les rapports de volumes noyau-cytoplasme, et a montré l'augmentation de diamètre des cellules binucléées.

Comparer ces phénomènes aux précédents est chose aisée. Dans les deux cas, il y a lésion latente des suspenseurs, qui s'extériorise au cours de la mitose. Mais ici, la lésion paraît plus profonde, puisqu'elle se fait jour à l'anaphase. Une moitié de la suspension est touchée, l'autre fonctionnant plus ou moins normalement entraîne la figure. Il semble que par la suite, au moment de la dilatation transversale de la poche cytoplasmique, seuls les suspenseurs du côté déjà touché continuent à se rompre. Le schéma 4 montre que la résultante des forces I *a* garde sa valeur, alors que I *b* devient nulle ; la composante III à peu près inopérante à droite, entraîne le noyau à gauche. Le cercle vicieux engendré par la rupture des suspenseurs apparaît donc unilatéral, frappant uniquement le côté qui a cédé à l'anaphase (schéma 4).

Cette précocité des lésions est peut-être due à l'action plus brutale du froid dans ces nouvelles conditions.

Autres cas (fig. 13-14, 21-24, 41).

Les deux cas envisagés plus haut sont évidemment des extrêmes ; dans l'un, les noyaux reviennent à leur position normale, dans l'autre une nouvelle organisation apparaît. Dans le premier cas, les suspenseurs des deux noyaux ont également souffert, dans le second, les lésions sont maximum pour l'un, minimum pour l'autre.

Un premier facteur de variation est donc le nombre de suspenseurs rompus par noyau-fils. Un second facteur est la reconstruction plus ou moins rapide des suspenseurs, en effet, un retard apparaissant dans l'édification de ceux-ci, les noyaux peuvent être pris par les membranes et y être englobés. Enfin, une troisième variable, qui se combine d'ailleurs à la seconde, est la rapidité avec laquelle apparaissent les membranes définitives. La combinaison des trois facteurs variables va donner naissance à toute une série d'images qui paraissent n'avoir rien de commun entre elles, alors qu'elles reposent toutes sur une seule et même lésion, un trouble de l'élasticité suspensorielle.

Envisageons donc quelques uns de ces cas intermédiaires. La suspension d'un des noyaux est touchée, les rapports pris par ce noyau avec les membranes en construction varient. La figure 21 montre deux noyaux encore unis par un tractus volumineux dans lequel il est impossible de discerner ce qui revient à la poche cytoplasmique, aux nouvelles portions d'utricule cytoplasmique et aux membranes cellulosiques. Le noyau de droite a rétabli plus rapidement sa suspension que celui de gauche et c'est son déplacement vers sa position normale qui explique les déformations que nous observons. La figure 22 nous donne l'image de ce qui était réalisé 24 heures plus tard, le noyau de gauche a rétabli sa suspension et a repris sa marche vers la position normale au centre de la cellule-fille de gauche. Les restes de la poche cytoplasmique-mère qui maintenaient les noyaux associés, ont disparu, chaque noyau possède maintenant sa poche cytoplasmique propre. Il ne subsiste plus qu'une voussure qui intéresse les régions centrales des nouvelles portions d'utricule cytoplasmique et des nouvelles cloisons séparatrices.

Les figures 23, 24 représentent des étapes des mêmes phénomènes dans d'autres cellules. Comme le montre très bien la figure 13, le noyau de gauche retardataire a pivoté sur lui-même de 90° : il ne se présente pas par la tranche comme le noyau de droite, mais de face. Cette position l'a empêché de reprendre sa place normale, il est enclavé dans les nouvelles portions d'utricule cytoplasmique et dans les nouvelles cloisons séparatrices. Il est intéressant de noter que les deux noyaux occupent des positions équilibrées : le noyau de gauche, qui se présente de face, occupe le centre de la cellule-mère, le noyau de droite, qui se présente de profil, le centre de la cellule-fille de droite.

Il semble que quand les noyaux pivotent de 90°, ils ne soient plus sensibles à l'action exercée par l'organisation des cellules-filles et que leur position soit déterminée alors par l'ensemble de la cellule-mère. Dans la figure 14, les deux noyaux ont pivoté de la même manière, ils occupent des positions équilibrées sur un même diamètre ; la plasmodiérèse et la membranogène ont avorté très tôt, la formation des cellules-filles a donc été à peine ébauchée.

Nous reprendrons plus tard l'étude détaillée de tous ces phénomènes en particulier. Nous nous bornerons encore à signaler qu'il arrive que les noyaux reconstruisent trop tard leur suspension et soient pris et enclavés dans les nouvelles portions d'utricule cytoplasmique et dans les nouvelles cloisons séparatrices. Ils peuvent par la suite rester accolés (fig. 41) ou bien se libérer et s'éloigner l'un de l'autre,

s'adapter à cette nouvelle localisation et envoyer leurs suspenseurs dans chacune des cellules-filles.

Troubles périphériques purs (fig. 35-39).

Comme nous l'avons dit plus haut, la division cytoplasmique correspond à trois processus chez Degagnya : la progression d'un septum cytoplasmique particulier, la construction de deux portions d'utricule cytoplasmique et la synthèse au contact de celles-ci, de molécules cellulosiques, constituant les membranes séparatrices. Les anomalies, enregistrées plus haut, sont la conséquence de l'arrêt de l'anneau membranogène, arrêt provoqué par le blocage du plan médian, survenu après la rupture des suspenseurs.

Nous allons décrire maintenant une série de malformations, apparues primitivement, c'est-à-dire, dans des cellules où la division des noyaux et des appareils cytoplasmiques, qui leur sont associés, nous est apparue entièrement normale, où la lésion est donc intrinsèque au cytoplasme périphérique et se transcrit par une absence localisée du septum granuleux particulier.

La différenciation cytoplasmique sur le plan médian apparaît au début de la métaphase. C'est une bande filiforme, à peine visible, se poursuivant tout le long de la circonférence médiane de la cellule. Pendant la métaphase et l'anaphase, la différenciation se poursuit, le liséré granuleux devient de plus en plus gros, fait saillie dans la vacuole à suc cellulaire et finit par mériter le nom de « bourrelet membranogène » que lui a donné A. Conard. (1)

Certaines cellules, ayant subi l'action du froid, nous ont montré deux zônes bien différentes au point de vue de la division cytoplasmique :

1) Une première zône, où aucune transformation du cytoplasme hyalin en cytoplasme granuleux ne se produit. Les phénomènes sont bloqués à la base, aucun bourrelet ne paraît ; ni la plasmodiérèse, ni la membranogénèse n'ont lieu. Cette première constatation nous montre combien ces deux derniers processus sont sous la dépendance de l'existence et de la progression de l'anneau membranogène, expression du septum cytoplasmique indifférencié.

2) Une seconde zône, où la division cytoplasmique s'est faite normalement jusqu'au milieu du diamètre cellulaire (fig. 35). A ce moment les choses se compliquent. On pourrait se demander, si la substance granulaire du bourrelet elle-même continue sa marche, ou si un nouvel ordre de phénomène se déroule sous nos yeux. La fig. 36 nous montre que c'est à la seconde hypothèse que nous devons nous en tenir. En effet, si la progression du cytoplasme granuleux s'est faite jusque là de façon rectiligne, à partir du milieu du diamètre cellulaire, elle devient hésitante, obliquant tantôt à droite, tantôt à gauche (fig. 37) sans plus jamais retrouver cette zône idéale, qu'est le plan médian. D'autre part, à côté de ce trouble de progression, il faut noter une transformation de structure de ce qui progresse : ce

(1) Conard, A., 1939, *Sur le mécanisme de la division cellulaire et sur les bases morphologiques de la cytologie*. Bruxelles.

n'est plus à du cytoplasme granuleux que nous avons affaire, mais à des tractus fibreux mous, qui donnent naissance à des voiles irréguliers. L'ensemble de ceux-ci finit par donner une lame, de surface inégale et de section irrégulière, constituée par des fibrilles accolées, épaisses et sinueuses. D'après les fig. 38 et 39, on peut se rendre compte que ces structures particulières n'ont pas réussi à édifier une cloison complète entre les deux cellules-filles ; la fig. 39 montre la déficience de la membrane au niveau du plan des noyaux, la fig. 38 (correspondant à la même cellule) le non découpage des chromatophores dans la zône où la différenciation granulaire ne s'est pas faite.

De ces observations, nous avons déjà déduit que la différenciation du bourrelet membranogène et sa progression étaient indispensables à la division cytoplasmique. Mais à partir du milieu de la cellule les éléments qui se constituent, diffèrent et par leur mode de progression et par leur structure de ceux qui ont été formés antérieurement.

Comment donc interprêter ces voiles et les structures compliquées qu'ils engendrent ?

1) Il existe un espace vide, là où la division cytoplasmique a fait défaut.

2) Les éléments progressant après l'arrêt du bourrelet membranogène sont peu stables, malléables, prennent appui sur les organites cellulaires qu'ils rencontrent — chromatophores, suspenseurs — et ne donnent pas naissance à des cloisons parfaites. Ces deux constatations nous portent à considérer que ce qui fait défaut au delà du milieu du diamètre cellulaire, c'est la construction d'utricules cytoplasmiques stables ; tout se passe comme si les hémi-cloisons continuaient à croître en quelque sorte par inertie, comme ci le cytoplasme jeune, en pleine activité synthétique continuait à fabriquer des molécules de cellulose qui s'étendent dans l'espace laissé libre. Ces molécules cellulosiques s'orientent plus ou moins bien, s'accolent au hasard sur les structures cytoplasmiques qu'elles rencontrent ou flottent plus ou moins librement, comme des voiles, dans la vacuole à suc cellulaire.

Rapprochant ces faits de ceux enregistrés plus haut (blocage du plan médian par le rapprochement des noyaux et effondrement de la poche cytoplasmique), nous constatons que, tandis que dans le premier cas, les membranes sont complètes et tendent vers la normalité, les cloisons sont définitivement incomplètes et anormales dans le second. A quoi attribuer cette différence, sinon à ce que lors de l'arrêt accidentel du bourrelet, toute la cellule était polarisée ; dans toute sa périphérie, un anneau de cloison normale s'était constitué, servant de matrice, de guide à la région centrale où la division se fait, une fois les corps étrangers disparus. Par contre s'il y a inhibition locale dans la synthèse de la substance granuleuse, cette organisation primitive n'apparaît pas ; seul un croissant est polarisé, une fois cette zône dépassée, la croissance cellulosique devient anarchique.

Nous avons pu observer, dans de nombreuses cellules, des cloisons séparatrices achevées dont les formes sont tout à fait étonnantes et ne pourraient être expliquées, si nous n'avions enregistré les faits plus haut décrits. A l'inhibition locale

du processus granuleux, s'ajoutent la fragmentation de l'ébauche, sa torsion en hélice, son dédoublement ou son détriplement. Les fig. 40, 43-66 nous donnent un aperçu de la complexité de ces formations, que nous avons difficile à nommer des cloisons séparatrices. Elles sont en effet sinueuses, fibreuses, de consistance molle et élastique : les variations de mise au point entraînent des modifications transitoires de leur forme du fait des variations de pression exercée par l'objectif sur le verre couvreur. Il faut encore ajouter à cette liste, les cas où la division cytoplasmique est à peu près réduite à rien (quelques grumeaux réfringents — fig. 63 et 64) et enfin des cas où elle fait totalement défaut.

En résumé, la division cytoplasmique est fonction de la différenciation et de la progression de l'anneau membranogène. L'espace laissé libre par son absence est occupé par des proliférations cellulosiques ; les cloisons restent incomplètes et anormales à cause d'un vice de l'organisation primitive du cytoplasme périphérique.

« *Restitutionskerne* » (fig. 26 et 42).

Il nous reste encore à ajouter au groupe des anomalies dues au froid, la description de deux cellules observées. Les noyaux de ces deux cellules présentent des caractères identiques : 1) un changement de leur orientation et surtout de leur forme ; leur unique grand axe et parallèle à l'axe du filament alors que les noyaux normaux possèdent deux grands axes perpendiculaires à cette même direction (fig. 26), et 2) une augmentation de leur volume, leurs dimensions (fig. 42) sont 1 1/2 fois plus grandes que celles qu'ils atteignent dans les cellules normales (fig. 34). Ce qui différencie les cellules l'une de l'autre, c'est que sur la membrane cylindrique de l'une d'elles on trouve l'ébauche, à peine esquissée, des nouvelles cloisons séparatrices.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici que les noyaux-fils que nous avons vu pivoter de 90° maintenaient seulement l'un de leurs grands axes parallèle à l'axe du filament. Au cours de nos observations, nous avons donc trouvé les noyaux dans trois positions d'équilibre : 1) deux grands axes perpendiculaires à l'axe du filament (position normale) ; 2) un grand axe perpendiculaire à cette direction (noyaux-fils qui ont pivoté de 90°) ; 3) le grand axe unique des Restitutionskerne parallèle à cette même direction, le noyau étant devenu fusiforme.

B. Action de la pyridine et des produits de la combustion du tabac.

Ce sont les cendres, restant adhérer aux doigts après avoir rebourré notre pipe, que nous avons utilisées. Nous les avons déposées directement au contact des algues ; il ne peut donc être question de concentration de tel ou tel produit. Mais il est évident que la dose appliquée est d'autant plus faible, que le temps entre le moment où nous avons touché les cendres et le moment où notre doigt entre

en contact avec les filaments, est plus long. Comme pyridine, nous avons utilisé la préparation de pyridine de la maison Merck, nous n'avons pas préparé de solution dosée. Il nous a semblé plus logique de repérer l'état exact dans lequel se trouvaient les filaments, puis de déposer au contact de la lamelle une goutte de pyridine, d'en mesurer le diamètre et de la faire glisser ensuite au contact des filaments.

Dans l'un et l'autre cas, l'absorption du produit toxique est immédiate, elle se fait dans toutes les cellules, avec un maximum aux endroits les plus proches du point où ont été déposés la goutte ou les grains de cendre. Dans les cellules les plus fortement touchées apparaît un précipité brun floconneux, qui occupe toute la vacuole à suc cellulaire. Les cendres de tabac contenant de la pyridine, il est évident que les deux séries de résultats vont montrer des éléments comparables, mais les lésions provoquées par les cendres sont tellement plus intenses et en même temps, tellement plus polymorphes, qu'il doit se trouver dans celles-ci une ou plusieurs substances actives, qui pourraient présenter avec la pyridine, un synergisme renforçateur.

Observations.

D'abord, nous pouvons dire, de façon générale, que, pour l'un et l'autre des produits en cause, les cellules, qui ont commencé à se diviser, achèvent leur division, mais que jamais nous n'avons vu de cellule entrer en mitose après leur action. Dans les cellules les plus fortement touchées (floconnement vacuolaire intense), le noyau gonfle de façon considérable, la poche cytoplasmique qui l'enveloppe devient très facilement visible ; les suspenseurs se rompent brutalement et le noyau tombe au contact de l'utricule cytoplasmique. Rien ne peut plus être observé, la destruction est totale et immédiate. A partir de cette lésion maximum, il existe toute une gamme d'altérations décroissantes et on arrive insensiblement à des cellules, sans précipité vacuolaire ni transformation morphologique, mais qui sont atteintes cependant comme nous le montrera le déroulement d'une cynèse.

a) *Doses faibles.*

La figure nucléaire, normalement suspendue, ne montre aucune altération des phénomènes mitotiques, c'est à la périphérie qu'apparaissent les troubles. La différenciation granulaire, la formation du liséré d'abord, du bourrelet membranogène ensuite n'ont pas lieu ; la division cytoplasmique est totalement inhibée. La figure nucléaire peut parfois basculer, par perte de suspenseurs, la poche se dilate normalement cependant, revient sur elle-même progressivement, se transforme en un tractus cytoplasmique, qui se dissout à son tour. L'absence de division cytoplasmique donne naissance à une cellule binucléée, dont les noyaux sont entièrement normaux. Selon le stade atteint par la division, au moment de l'action de la pyridine, les troubles enregistrés sont différents : pour une cellule en prophase, les lésions viennent d'être décrites ; en métaphase, le liseré se dédifférencie, la division cytoplasmique n'a pas lieu ; pour des stades ultérieurs, la plasmodiérèse

et la membranogénèse s'achèvent d'autant plus facilement que l'action des produits perturbateurs est plus tardive. La division cytoplasmique a toujours lieu, semble-t-il, si le moment de l'atteinte vient après que les fibres ont frappé le bourrelet membranogène.

Dans la presque totalité des résultats que nous décrirons ultérieurement, la division cytoplasmique manque : il naît à peu près toujours des cellules binucléées. Les autres phénomènes sont surajoutés. L'inhibition de la différenciation granulaire repose-t-elle sur une altération cytoplasmique ou une modification d'un autre constituant cellulaire ? On peut penser en effet que cette transformation de cytoplasme hyalin en granuleux correspond au mélange du cytoplasme périphérique avec des substances venues du suc vacuolaire. Or, la vacuole à suc cellulaire est occupée par un important précipité dans les cellules fortement atteintes ; le même fait ne pourrait-il se produire ici, de façon occulte, entraînant la sortie d'un des constituants essentiels de ces synthèses, hors du champ de réaction ? Cette hypothèse toute simpliste qu'elle soit, rend assez bien compte des faits.

b) *Doses moyennes.*

Les doses moyennes de pyridine entraînent une opacité légère du suc vacuolaire. La prophase et la métaphase sont normales. Comme après l'action du froid, c'est au cours de l'anaphase que les troubles se font jour. Les lamelles et les fibres auxquelles elles donnent naissance, ont un aspect ratatiné et coagulé. Elles s'écartent lentement du centre, comme si elles se déplaçaient dans un milieu dense. La suspension, encore une fois, est atteinte. La figure mitotique se déplace, elle monte ou elle descend, elle se déplace vers la gauche ou vers la droite, selon que tel ou tel groupe de suspenseurs s'est rompu. Les noyaux-fils, mal équilibrés, tombent au hasard dans la cellule ; ils peuvent même se présenter par leur grande surface, adoptant alors, avec leurs suspenseurs étalés l'aspect d'une méduse (fig. 91).

Les fig. 75-80 montrent l'évolution spéciale de la poche cytoplasmique dans certains cas. Normalement, la progression de l'anneau membranogène réduit régulièrement le volume de celle-ci ; cette réduction volumétrique se fait de telle sorte que la coupe optique de la poche (que l'on observe au microscope) prend successivement les formes d'élipse à petit axe de plus en plus court, de cylindre, de lentille biconcave pour être réduite finalement à un mince tractus. Ici, le contact poche cytoplasmique-bourrelet étant impossible, la poche, après sa dilatation transversale, évolue pour son propre compte (fig. 75-76). Dans ces conditions, la diminution de volume peut se faire également selon les trois axes, la poche conserve sa forme tout en réduisant le volume qu'elle contient (fig. 77-78). Les noyaux-fils, solidaires de la poche cytoplasmique se déplacent, se rapprochent du plan médian et s'accolent pour finir (fig. 79). Ils se façonnent l'un sur l'autre dans la même poche (fig. 80), mais ne se fusionnent pas, nous n'avons jamais observé de « Restitutionskerne » nés par ce mécanisme. Contrairement aux rapprochements nucléaires, observés après l'action du froid, ces rapprochements tardifs, secondaires — semble-t-il —

à une contraction de la poche cytoplasmique se font sans rupture appréciable de suspenseurs. A quel point, ces mouvements nucléaires sont-ils actifs ou passifs ? Correspondent-ils à un tropisme particulier des noyaux vers le centre de la cellule-mère ? Sont-ils secondaires aux transformations de la poche, comme tendraient à le montrer les différentes images observées ? La question est difficile à trancher ; l'intégrité des suspenseurs — d'autant plus frappante, que la pyridine est elle aussi un agent fragilisant de la suspension — s'opposant aux troubles survenus au cours de déplacements du même ordre après l'action du froid, nous inclinerait à adopter le premier point de vue. Il se pourrait que la cellule n'ayant fait aucun effort de division plasmatique, l'organisation maternelle se trouve conservée, et que les noyaux-fils, subissant cette polarisation, se trouvent attirés vers le plan médian de la cellule, qui leur a donné naissance.

Voilà les faits enregistrés après l'action de doses moyennes de pyridine sur des cellules en prophase. Si l'agent perturbateur est mis au contact de cynèses plus tardives, à des stades où le bourrelet membranogène occupe déjà un certain volume, on peut enregistrer des troubles de progression de celui-ci. Nous savons :

1) Que les suspenseurs atteints par la pyridine se rompent facilement, même sans qu'un surcroît d'énergie leur soit demandé. Dans certaines cellules, des groupes de suspenseurs cèdent seuls, pour des raisons que nous ignorons, mais qui reposent sans doute sur une inégale répartition du poison. L'équilibre suspensoriel est rompu, la figure devient excentrique.

2) Les lamelles et les fibres présentent un aspect coagulé. Leur déplacement est très difficile (fig. 81, 82, 83).

Il se fera donc que la face d'utricule cytoplasmique la plus rapprochée de la figure mitotique, après la rupture des suspenseurs, aura plus de chance de recevoir les fibres centrifuges, que l'autre. Et c'est en effet ce qui a lieu. Une moitié du bourrelet membranogène est balayée par les fibres (portion supérieure de la fig. 84) et l'on constate que dans cette zône, et cette zône seule, la division cytoplasmique prend place. Le bourrelet membranogène progresse, la plasmodiérèse et la membranogénèse se font normalement. Ailleurs, le cytoplasme granulaire ne montre pendant 1 à 1 1/2 heure aucune modification, puis il régresse. La zône active de l'anneau avance jusqu'au milieu du diamètre cellulaire, où elle s'arrête. La portion de membrane (fig. 86-89) à laquelle elle a donné naissance, ne paraît pas stable : le lendemain elle a rétrocédé (fig. 90).

L'action du froid sur le cytoplasme périphérique donne des résultats du même ordre ; mais le mécanisme d'apparition des hémi-membranes dans l'un et l'autre cas est fort différent : le froid inhibe la différenciation granuleuse, la pyridine agit secondairement en empêchant l'influx central, porté par les fibres, d'atteindre la périphérie. En effet, le bourrelet étant constitué normalement partout, la division cytoplasmique a lieu là où les fibres sont arrivées au contact de celui-ci, est absente ailleurs. Il semble donc bien que les fibres produisent une véritable induction de la progression de l'anneau, elles pourraient avoir un rôle synchronisateur entre les divisions cytoplasmique et nucléaire.

c) *Doses fortes* — 1) pyridine (fig. 73-74).

Pour des doses de plus en plus fortes, l'appareil lamellaire et les suspenseurs sont de plus en plus atteints. Les fibres ont énormément de peine à se déplacer, et dans certains cas même, le découpage des lamelles peut ne pas se faire : quelques unes de celles-ci (fig. 73) ou l'appareil entier (fig. 72) restent collés à la poche cytoplasmique, ne s'éloignent pas et se transforment sur place en tractus cytoplasmiques réfringents. La dilatation de la poche est à peine marquée. Tout au plus, prend-elle la forme d'un tonnelet, la dilatation transversale n'a pas lieu. Il existe donc bien — semble-t-il — une corrélation entre le mouvement centrifuge des fibres et les modifications volumétriques de cette poche.

2) Cendres.

Il nous reste, enfin, à décrire l'atteinte maximum obtenue par des cendres de tabac en agissant sur une cellule en prophase. Un précipité vacuolaire intense, moins marqué cependant que dans les cellules au repos, rend l'observation difficile. Néanmoins, dans certains cas favorables, nous avons pu suivre toutes les phases de la division. Voici comment se déroulent les phénomènes, qui sont très accélérés. Le noyau prophasique, en gonflant, perd brutalement un grand nombre de suspenseurs, et cesse donc d'être équilibré normalement. A cette dilatation, succède une contraction, qui donne naissance non pas à un fuseau court (lentille biconcave) mais à une figure bosselée, dont la forme ne varie pas pendant la métaphase : le stade de fuseau long n'est pas enregistrable. La figure mitotique conserve cette forme irrégulière pendant 15 à 30 minutes, puis brusquement, les noyaux-fils apparaissent, comme par amitose : ils sont complètement reconstitués, avec un nucléole bien visible. Mais entre ces noyaux, on découvre une formation réfringente, apparaissant striée longitudinalement et dont la forme peut être assimilée à celle d'un boudin (fig. 69). Les possibilités de croissance de ce corps en boudin sont énormes. La fig. 68 montre les dimensions étonnantes qu'il peut atteindre ; dans ce cas, il est plus long que la cellule, les deux noyaux, écartés au maximum sont accolés l'un et l'autre à la paroi. Dans la fig. 67, ce corps spécial s'est recourbé sur lui-même entre les deux noyaux, très proches. Dans d'autres cas, il peut encore s'étirer en S ou s'étendre en diagonale.

La cellule binucléée qui a pris naissance est peu viable ; 1 ou 2 heures après sa naissance, elle meurt. La formation en boudin reste visible jusqu'au bout. Qu'est-ce que cette formation ? Elle est la résultante d'un complexe d'appareils qui n'ont pas fonctionné normalement : la poche cytoplasmique, l'appareil lamellaire et le corps intermédiaire. Comme nous l'avons montré plus haut en faisant appel au modèle grossier composé d'un ballon, d'une soufflerie et d'un corset, les transformations morphologiques de ces différents organes divisionnels retentissent considérablement les uns sur les autres. Le corps intermédiaire entraîne par son pouvoir osmotique l'apparition entre les noyaux fils d'un espace libre énorme dont la poche cytoplasmique, corsetée de l'appareil lamellaire, doué lui aussi de

croissance propre, organise la dilatation. Ici, sous l'influence des produits toxiques, les appareils ne jouent pas leur rôle normal, ils ne se dissocient pas. L'appareil lamellaire reste bloqué, la poche cytoplasmique ne se dilate pas : nous retrouvons une fois de plus ce parallélisme de comportement dont nous parlions plus haut. Cependant, la division est déclanchée ; les structures se modifient. L'appareil lamellaire qui a conservé tout entières ses possibilités de croissance, se développe en longueur, de façon désordonnée, entraînant aussi l'allongement du corps intermédiaire et l'étirement de la poche cytoplasmique. Les trois appareils ont évolué en un complexe en forme de boudin qui ne s'est jamais résorbé au cours de nos observations. Les cellules sont mortes avant que cette résorption ait pu avoir lieu. Belar (1) a fait des constatations entièrement similaires sur les spermatocytes de Stenobothrus en les plasmolysant, les transformations du « Stemkörper » sont, elles aussi, irréversibles.

C. Résumé.

A) L'action *du froid* détermine :

1) L'accélération de la prophase.
2) Le ralentissement :
a) de l'anaphase ;
b) du découpage des lamelles en fibres ;
c) de la vitesse de déplacement des fibres.

3) La rupture bilatérale des suspenseurs entraînant :
a) le rapprochement des noyaux-fils ;
b) l'effondrement de la poche cytoplasmique.

I. Le froid diminue donc l'élasticité des suspenseurs.

II. La rupture de ces derniers entraîne des anomalies de la plasmodiérèse dues à la présence des noyaux-fils au centre de la cellule-mère et à l'effondrement de la poche cytoplasmique.

III. Ces anomalies se manifestent surtout par des déformations plus ou moins profondes des utricules cytoplasmiques et des nouvelles cloisons séparatrices.

IV. Après un ou plusieurs jours, des tendances marquées au retour à la normale se présentent toujours ; cependant des déformations légères persistent.

V. La suspension des noyaux-fils se reconstitue au dépens de leur poche cytoplasmique.

VI. Les noyaux-fils reprennent ainsi leur position normale au centre des cellules-filles.

---

(1) Belar, K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. II. Untersuchungen an den Spermatocyten von Chorthippus (Stenobothrus) lineatus Panz... *W. R. Arch. f. Entwick. der Org.*, 118, III, 359-484.

VII. Ce sont ces déplacements des noyaux-fils qui occasionnent pour une grande part les déformations des nouvelles cloisons séparatrices.

4) La rupture unilatérale des suspenseurs entraînant l'émigration de toute la figure anaphasique du côté où la suspension est conservée. Il s'en suit la formation d'une cellule binucléée et d'une cellule anucléée (Phénomène de Gerassimoff).

5) La rupture des suspenseurs d'une manière spéciale provoquant la rotation de 90° de l'un ou des deux noyaux-fils. Cette rotation des noyaux-fils entraîne un nouvel équilibre cellulaire : les noyaux qui ont pivoté se trouvent dans le plan médian de la cellule mère.

6) La formation de « Restitutionskerne » dont la forme et l'orientation sont modifiées : le grand axe de ces gros noyaux en fuseau est parallèle à l'axe du filament.

7) L'inhibition locale du bourrelet membranogène entraînant l'absence de plasmodiérèse et de membranogénèse dans cette zône. Les cloisons séparatrices sont incomplètes et tout semble se passer comme si par inertie la membranogénèse se poursuivait du bord libre des nouvelles portions d'utricule cytoplasmique vers les places vides. Il se forme des voiles qui s'appuient sur les organites cellulaires ou qui flottent librement dans la vacuole à suc cellulaire.

8) Des perturbations du cytoplasme périphérique plus importantes entraînant la formation de cloisons en hélices, de cloisons qui paraissent multiples ou de cloisons fragmentaires plus complexes.

B) L'action de *la pyridine* et des cendres provoque :

1) La formation d'un précipité vacuolaire.

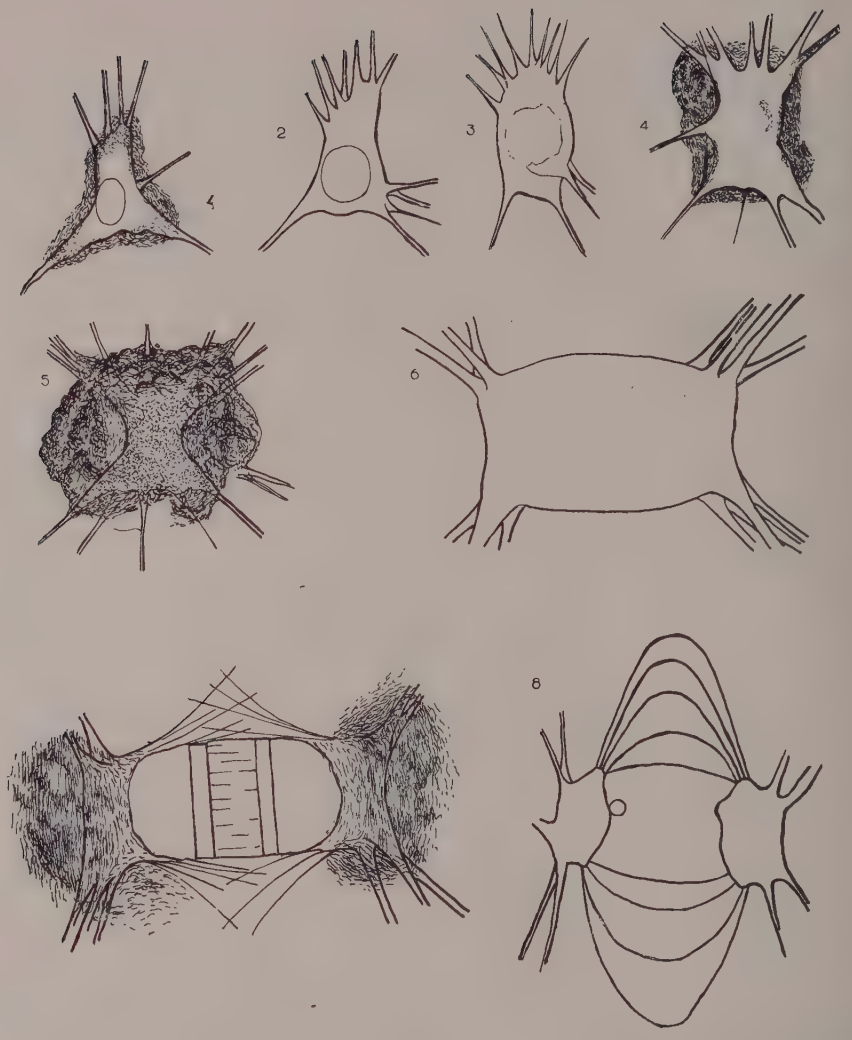
2) La rupture des suspenseurs.

3) Un allongement de la durée de l'anaphase. Le découpage des lamelles et le déplacement des fibres qui en résultent sont rendus très pénibles. L'inhibition peut être quasi totale, l'appareil lamellaire ne semble pas se modifier. Le non découpage des lamelles se répercute sur le comportement de la poche cytoplasmique : sa dilatation est à peine esquissée.

4) L'inhibition partielle ou totale de la plasmodiérèse. Là où les fibres n'atteignent pas le bourrelet membranogène, la plasmodiérèse et la membranogénèse n'ont pas lieu. C'est la démonstration la plus nette de l'effet inducteur des fibres.

5) La formation de figures prophasiques et métaphasiques irrégulières, pour des doses fortes.

6) La transformation de l'anaphase en pseudo-amitose. Les noyaux apparaissent brusquement. Entre eux se trouve une formation en boudin, complexe résultant du non fonctionnement de l'appareil lamellaire, du corps intermédiaire et de la poche cytoplasmique. Ce boudin est doué d'une croissance propre considérable, il adopte des formes en S, en U, ou s'étend en diagonale. Sa croissance est due à l'extension en longueur de l'appareil lamellaire. Ces observations rappellent les expériences de Belar sur le pouvoir de croissance du « Stemkörper ».



Figures 1-8. Déroulement, à peu près normal, des phénomènes mitotiques, observés sur des noyaux soumis au froid.

(Dessins rapides au microscope, repris d'après des photographies).

1) Écartement des suspenseurs inférieurs. L'ensemble de la figure nucléaire est couvert de proliférations dont l'origine ne nous est pas formellement connue. Nous supposons qu'elles proviennent de la poche cytoplasmique.

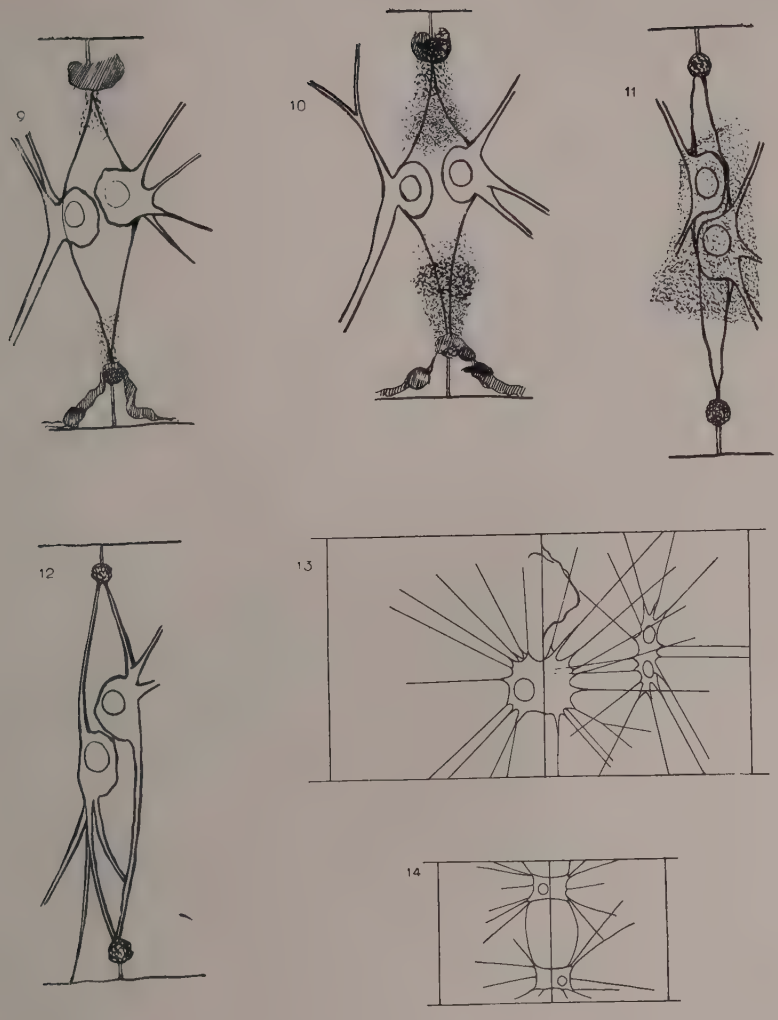
2) Prophase. Début d'accroissement de volume nucléaire.

3) Prophase. Gonflement nucléaire maximum. Les contours du nucléole s'estompent.

4) Prophase. Contraction. Au centre, à gauche, un grumeau plus réfringent, d'origine probablement nucléolaire.

5) Métaphase. Stade de fuseau court. Les proliférations à la surface de la couche cytoplasmique sont très intenses, présentant parfois même un caractère bulleux.

6) Métaphase. Stade de fuseau long.



7. Anaphase. Du pôle vers le centre, on voit les suspenseurs et la calotte cytoplasmique, le demi-fuseau de caryolymphe, le demi-disque chromosomio-nucléaire, le corps intermédiaire.

Les lames sont représentées au centre uniquement, non schématiquement, mais comme on a l'impression de les voir. A la périphérie de la figure, des fibres se sont déjà écartées et s'entrecoupent.

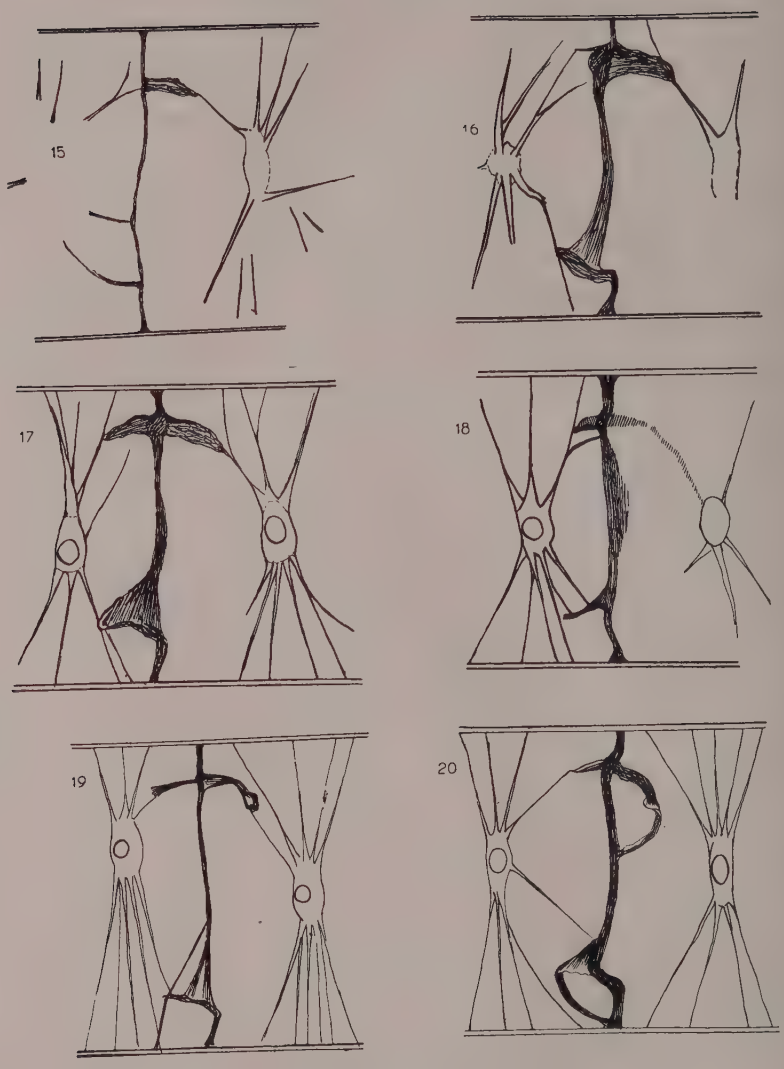
8. Télophase, au début. Les fibres s'écartent, la poche cytoplasmique n'est pas représentée.

Figures 9-12. Rapprochement nucléaire après rupture des suspenseurs.

9-10. Même cellule (1-8), à quelques minutes d'intervalle. Dispersion progressive de la substance granuleuse. Suspension rudimentaire.

11. Substance granuleuse accumulée sur les noyaux, ceux-ci resteront bloqués.

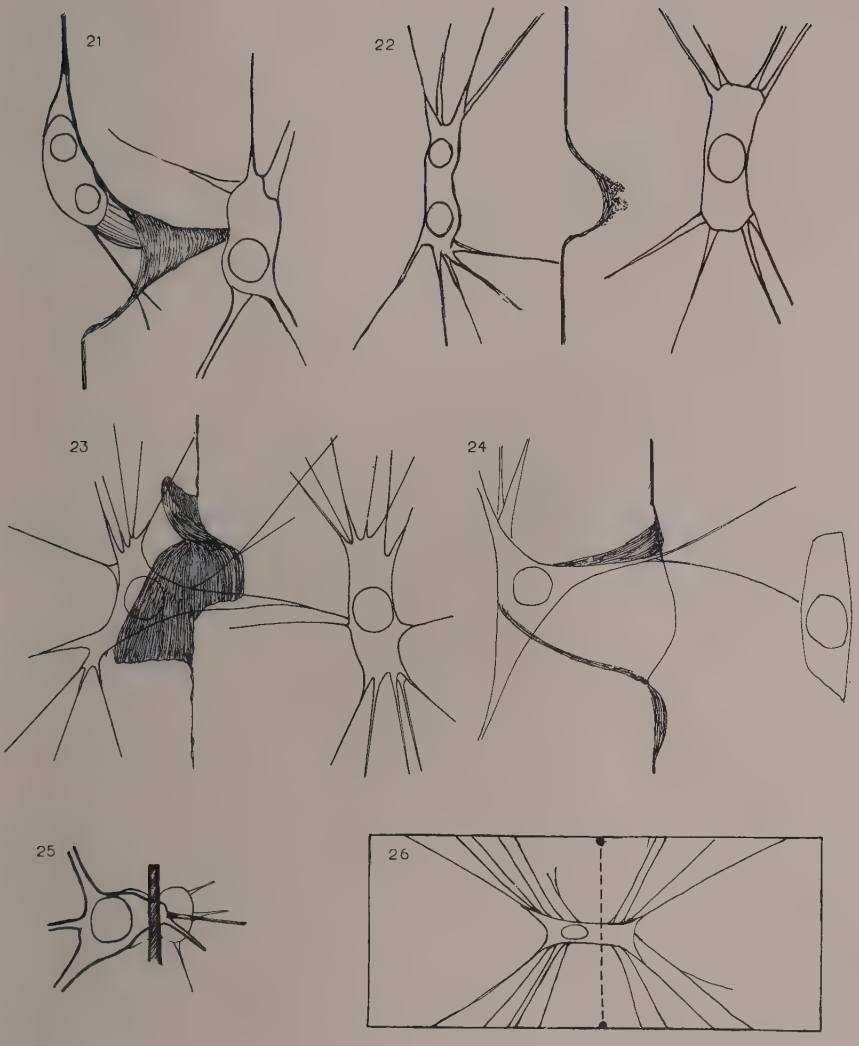
12. Autre rapprochement nucléaire.



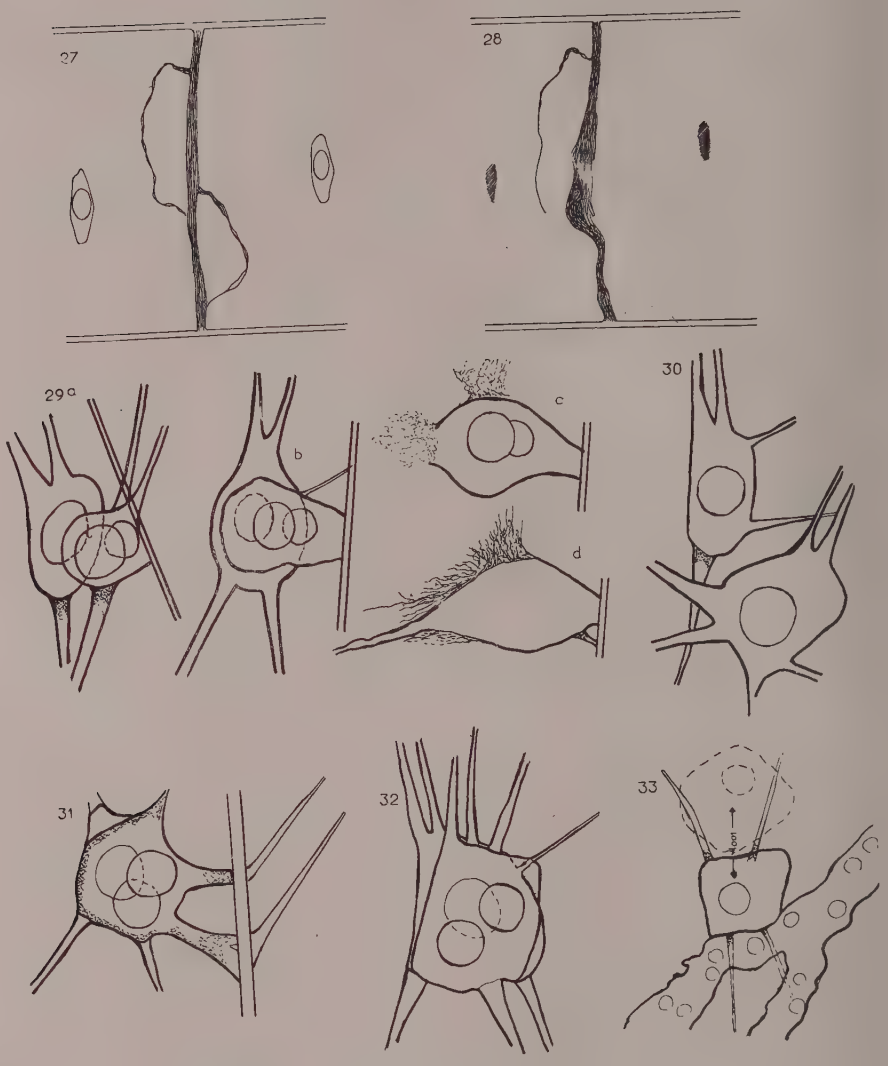
Figures 15-20. Différentes mises au point.

Toujours la même cellule (1-8, 9-10) 12 heures plus tard. La portion annulaire périphérique des membranes est normale. La portion centrale est fibreuse ; diverticules sous forme de voiles en rapport avec les suspenseurs.

Écartement secondaire des noyaux.



Figures 27-28. Même cellule, 24 heures plus tard. Régularisation des cloisons.
Figures 13-14. Noyaux bloqués dans la membrane.
13. Un noyau bloqué a organisé sa suspension dans les 2 cellules-filles.
14. Les deux noyaux sont bloqués.
Figures 21-24. Noyaux ayant servi de support à la construction des cloisons.
21-22. Même cellule à 24 h. d'intervalle.
23-24. Même cellule à 24 h. d'intervalle.
25. Noyau bloqué dans la membrane, présentant un début de bilobulation.



Figures 29-33. Différentes étapes de l'organisation des cellules binucléées (Gerassimoff).

29 *a*. les cloisons viennent d'être édifiées. Le noyau à deux nucléoles est encore en contact avec elles.

29 *b-c*. Construction de nouveaux suspenseurs.

30-31-32. Libération du noyau de la paroi.

33. 24 h. plus tard, les 2 noyaux sont écartés de 100 μ, ils sont tous les 2 au contact de l'utricule cytoplasmique.

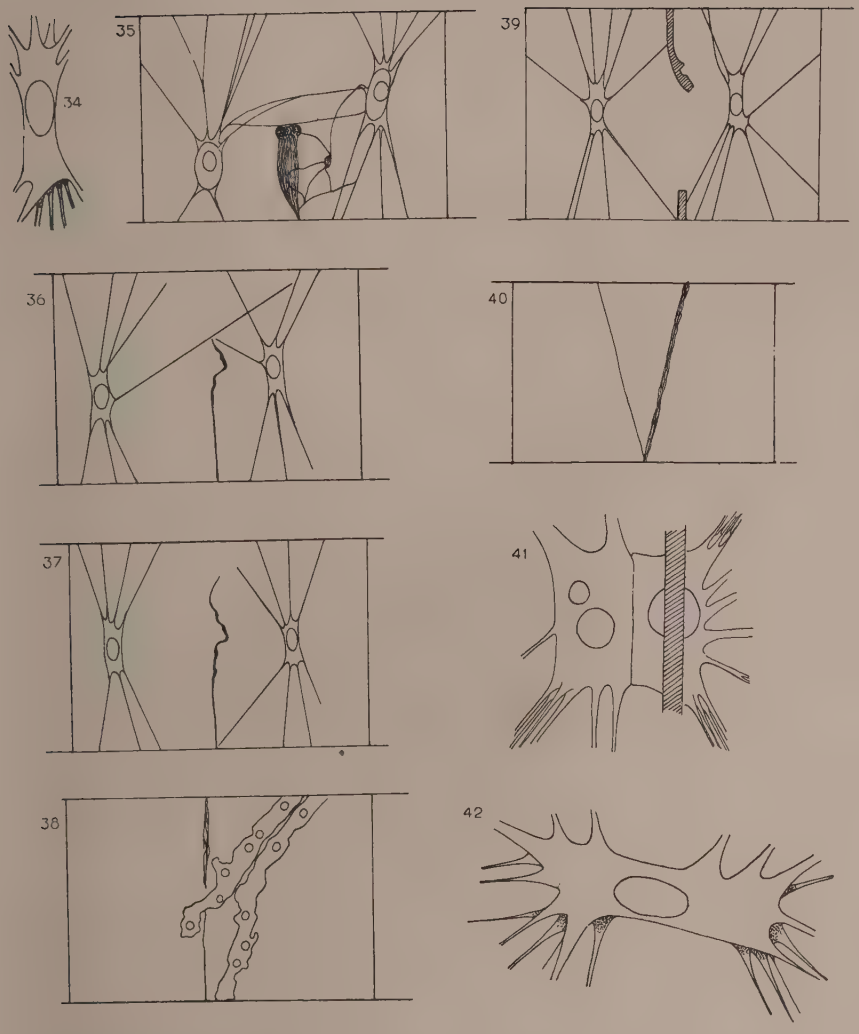
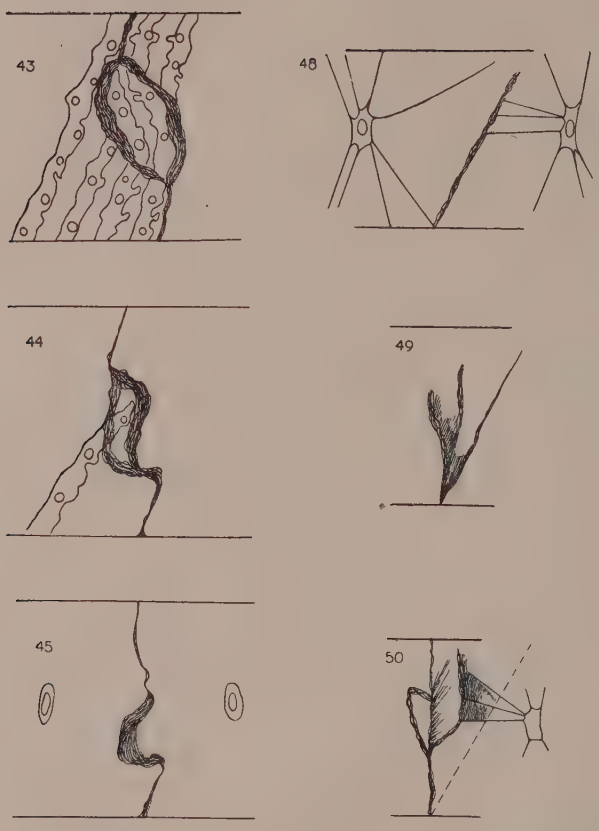


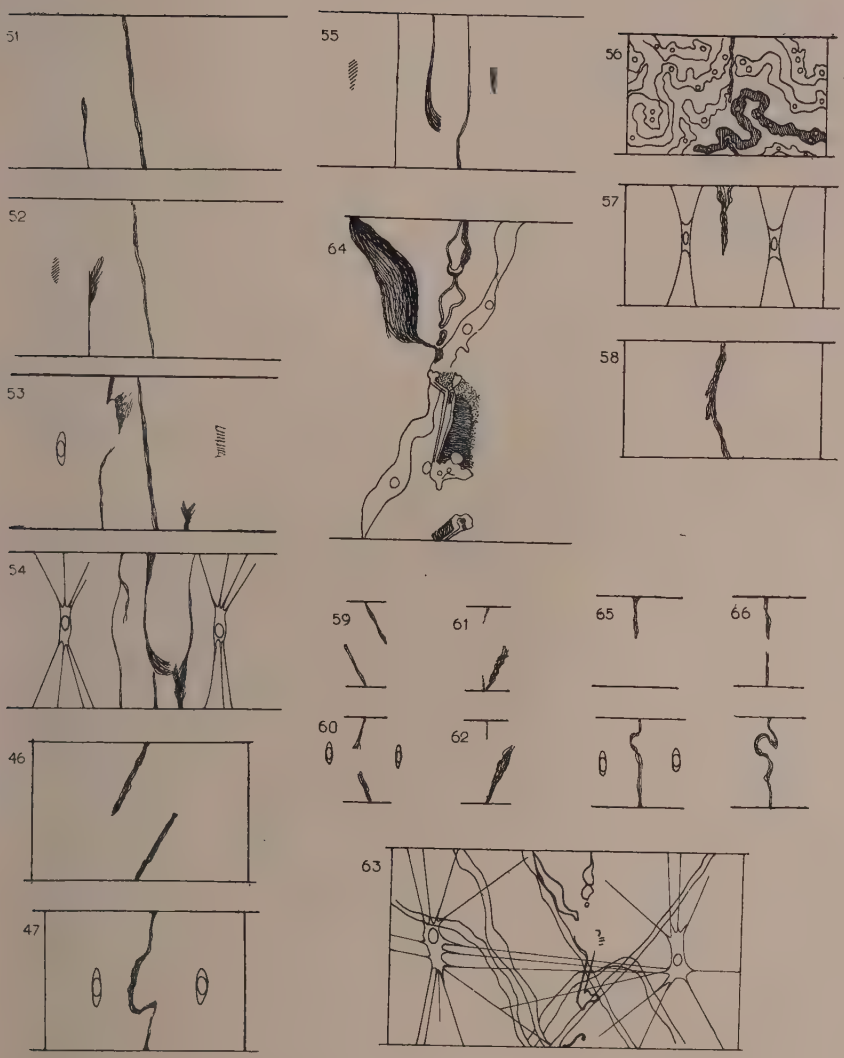
Figure 34. Noyau normal au repos.
Figures 35-39. Inhibition unilatérale du processus granuleux.
35-36-37. Évolution unilatérale du bourrelet.
38-39. Membrane incomplète.
38. Surface.
39. Plan nucléaire.
Figure 41. 2 noyaux bloqués dans la membrane.
Figure 42 — fig. 26. Restitutionskerne.
Figures 40-43-66. Anomalies des cloisons séparatrices (Cloisons séparatrices incomplètes).
40. Membrane enroulée en hélice.



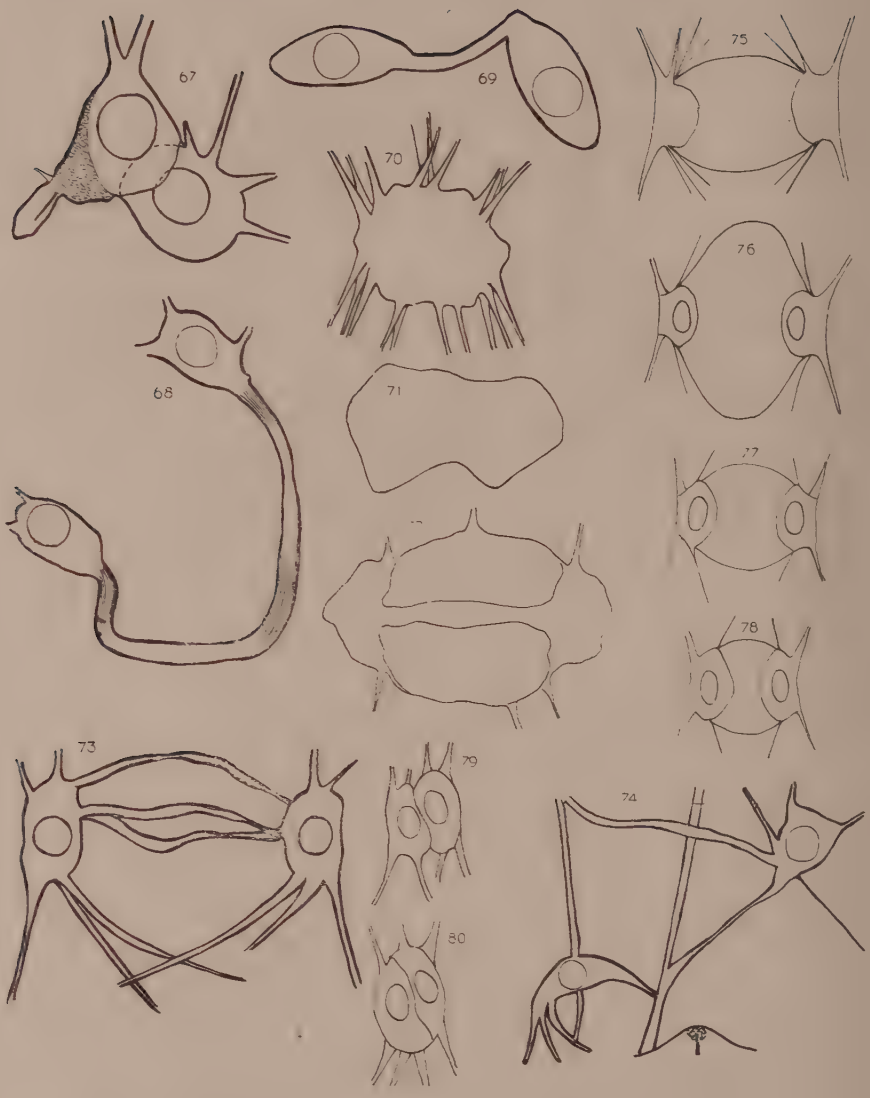
43-45. Dédoublement de la membrane à la périphérie, image en anneau — réunion des 2 fragments pour des mises au point plus profondes.

46-47. Enroulement en hélice.

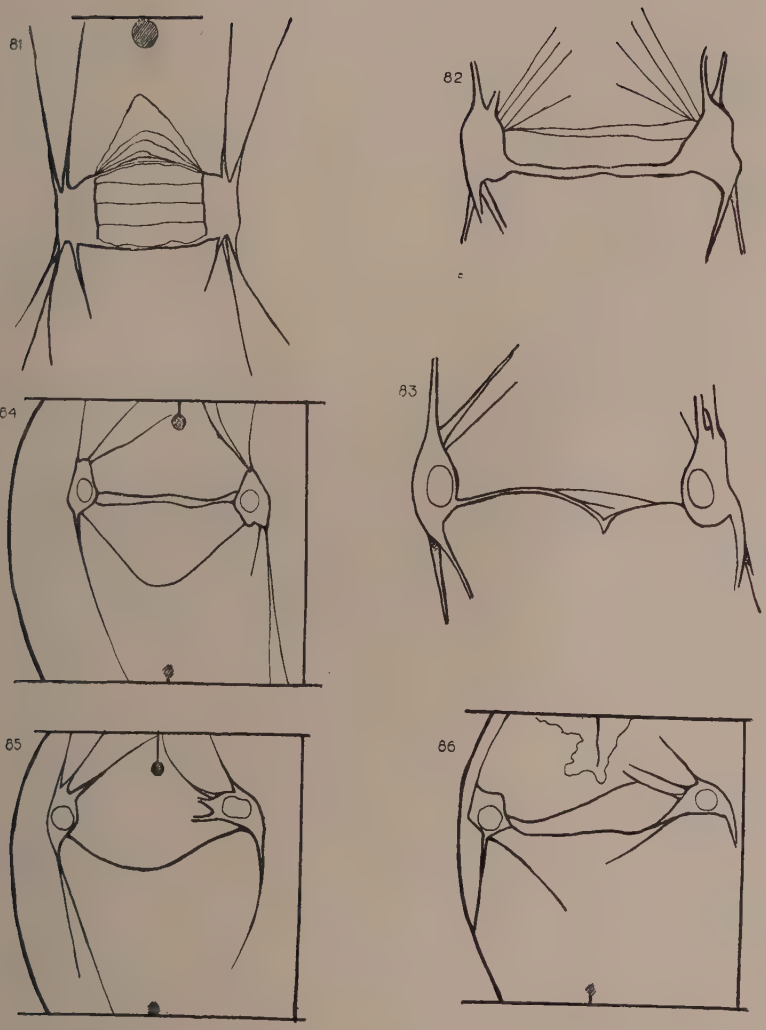
48-50. Détriplement, à différents niveaux.



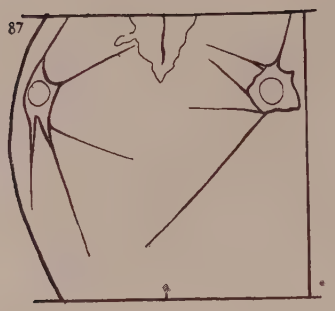
51-55. Autre cas de détriplement.
56-58. Cloison incomplète simple.
59-62. Torsion en hélice, compliquée d'un processus en battant de cloche.
63-64. Rudiments de cloison séparatrice de forme bizarre. Les chromatophores traversent la vacuole à suc cellulaire.
65-66. Autre cloison incomplète.

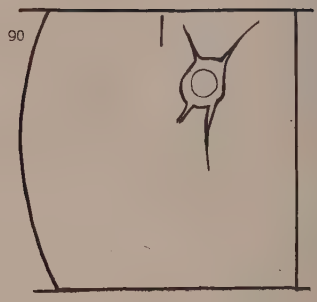


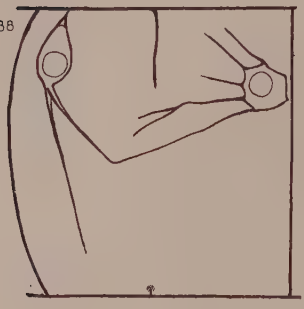
Figures 67-92. Pyridine — cendres.
67-69. Action maximum des cendres (formation en boudin).
67. Boudin replié sur lui-même.
68. Boudin allongé au maximum, striation longitudinale visible par places.
69. Autre boudin.
70-74. Doses moyennes de pyridine.
70-71. Métaphase.
72. Anaphase.
73. Télophase : lames transformées sur place en tractus cytoplasmiques hyalins.
74. Complexité des tractus cytoplasmiques de la cellule binucléée.
75-80. Rapprochement nucléaire avec fermeture de la poche cytoplasmique.

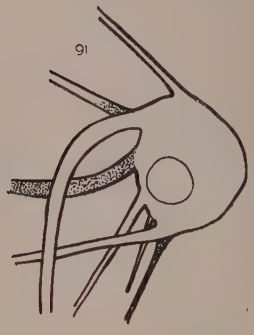


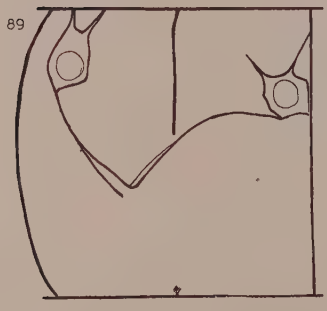
81-90. Évolution unilatérale des membranes séparatrices.
81. Figure remontée par rupture des suspenseurs inférieurs.
82. Découpage des lamelles en fibre se faisant uniquement vers le haut.
83. Agglutination des lames inférieures.











84-85-86-87-88-89. Croissance du bourrelet membranogène en haut. Disparition progressive en bas.

90. Membranes 24 h. plus tard.

91. Noyau-fils dont les suspenseurs se sont détendus. Allure de méduse.

92. Aspect d'une cellule binucléée née après action de la pyridine, peu avant sa mort.

SÉANCE DU 4 MAI 1941

Présidence de M. P. VAN OYE, président.

La séance est ouverte à 14 h. 30.

Sont présents : MM. Bastin, Castagne, A. Conard, De Wildeman, Duvigneaud, Fröschel, Melle Gremling, MM. Homès, le rév. Abbé Jungers, MM. Kufferath, Lathouwers, Melle Lejour, M. Léonard, M. et Mme Marlier, MM. Persy, E. Van Aerdschot, Van Hoeter, van Oye, Melle Van Schoor, MM. Verleyen, Wouters, et le secrétaire.

Se sont fait excuser : MM. Beeli, Evens, Ferrand, Melle Fritsché, M. Hauman, le rév. Père Henrard, MM. Robyns et Van Meel.

Le secrétaire communique une lettre de notre confrère M. A. Charlet, dans lequel celui-ci, après s'être excusé de ne pouvoir assister à la séance annonce la découverte en Condroz d'une graminée nouvelle pour la Flore belge : *Koeleria cristata* D. C., espèce du Centre et de l'Est de l'Europe dont la présence avait été renseignée dans le Grand Duché de Luxembourg.

L'assemblée entend ensuite les communications suivantes :

M. H. Kufferath, Récoltes algologiques à Onoz, Rouge-Cloître, Lierre, Hérenthals et en Campine (voir ce Bulletin, p. 94).

Melle LEJOUR. — Les chromosomes de *Pisum* (voir ce Bulletin, p. 108).

A. CONARD. — La division cellulaire chez *Oedogonium*.

Depuis longtemps la division des cellules d'*Oedogonium* a attiré l'attention des chercheurs (De Bary 1851, Pringsheim 1854-1858, Hartig 1855, von Mohl 1855, Dippel 1858-1869-1876, Hofmeister 1867, Strasburger 1875-1880, Wille 1880-1887-1890, Hirn 1900, Kraskovits 1905, Van Wisselingh 1908, Tuttle 1910, Oltmans 1922, Kretschmer 1930, Tischler 1934, Gemeinhardt 1938, Smith 1938, etc.).

Nous avons repris cette étude sur du matériel récolté dans les pièces d'eau du Jardin expérimental Jean Massart. Nos observations ont été faites à la fin du mois de novembre 1940, à la fin du mois de janvier 1941, au début du mois de février 1941 et au début du mois de mars 1941.

A la fin du mois de novembre, les filaments d'*Oedogonium* examinés immédiatement après la récolte montraient de nombreuses divisions. Au cours des autres observations, nous n'avons pas trouvé de divisions immédiatement après la récolte et il fallait que les filaments séjournent dans les cristallisoirs placés au laboratoire (20° 1/2) pour qu'elles

apparaissent. A l'occasion des observations faites au début du mois de février, nous avons mesuré la température de l'eau courante de la pièce d'eau qui nous intéressait. A 22 cm. de la surface, sous la glace qui la recouvrait, elle était de 2° 1/2, à 11 heures du matin.

Nous pensons donc qu'en portant les filaments d'*Oedogonium* de la température de 2° 1/2 à 20° 1/2, nous avons réveillé la division dans des cellules qui ne s'étaient plus divisées depuis longtemps. Nous croyons avoir observé ainsi la division dans des cellules qui sont parties du « repos ». Cependant, cette notion de « repos » est fort imprécise et nous ne savons pas par quoi elle se traduit dans l'organisation des cellules, parce que, traitées toutes de la même manière, elles sont entrées en division après des temps qui variaient de quelques heures à plusieurs jours.

Les divisions que nous avons observées ont eu une durée particulièrement longue. Alors que W. Hofmeister (1867, p. 104) nous dit qu'à la bonne saison la division se déroule en 2 h. 15′ environ, nous avons trouvé qu'elle dure au moins une quarantaine d'heures, en hiver, dans les conditions que nous avons fait connaître.

L'ensemble de nos observations sera exposé dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Belgique. Nous nous bornerons donc à en donner ici un résumé succinct.

Le début de la préparation à la division chez *Oedogonium* est indiqué par un glissement général du cytoplasme, vers le haut de la cellule. Nous ne possédons pas un critérium de ce genre pour les autres espèces et nous sommes généralement dans l'impossibilité de fixer, même approximativement, le moment auquel la péparation à la division est déclanchée.

Ce glissement a pour effet de déterminer une accumulation du cytoplasme et du chromatophore, dans la portion supérieure de la cellule. Le noyau est entraîné par ce glissement et tout se passe comme si sa position indiquait que des quantités égales de matériel cellulaire sont réparties de part et d'autre de la place qu'il occupe. Vers le haut, se trouve le territoire de la future cellule supérieure, dans lequel le cytoplasme et le chromatophore sont fortement tassés, et la vacuole à suc cellulaire très réduite. Vers le bas, dans la future cellule inférieure, la disposition du cytoplasme et du chromatophore est normale et la vacuole occupe presque tout le volume cellulaire.

Pendant la préparation à la division, l'organisation de la cellule-mère se fait donc d'une manière telle que la plasmodiérèse doive donner naissance à une petite cellule supérieure et à une grande cellule inférieure. Les deux cellules contiennent cependant la même quantité de matériel, puisqu'après la rupture de la membrane-mère, elles grandissent et acquièrent à peu près la même longueur et le même aspect. L'inférieure s'allonge relativement peu, c'est-à-dire d'environ la moitié de sa longueur initiale, tandis que la supérieure triple à peu près sa longueur.

En somme, ce glissement est un phénomène complexe qui correspond à une réorganisation de l'utricule cytoplasmique mère et dont le résultat est la préparation à la formation de deux utricules cytoplasmiques filles. Tout se passe comme si deux organisations, jusqu'ici emboîtées intimement, se séparaient dans un espace trop restreint ; l'une d'elles se replie sur elle-même dans la région supérieure de la cellule-mère.

Le « glissement » du cytoplasme est probablement le premier signe reconnaissable de la préparation à la division. L'anneau réfringent ne devient visible que quand le tassement est bien marqué. Sur le synchronisme du début de la formation de l'anneau, du glissement du cytoplasme et de l'entrée en caryocinèse du noyau, nous n'avons pas encore de renseignements précis.

La formation de l'anneau dure longtemps. La caryocinèse est de longue durée.

Nous croyons que nos observations nous permettent de penser que le glissement général du contenu cellulaire (noyau en division compris) s'arrête à la métaphase et que la position de la plaque équatoriale marque la place où s'installera la lame cytoplasmique dans laquelle la plasmodiérèse se produira.

La division nucléaire se produit dans une hernie de l'utricule cytoplasmique. Cette dernière apparaît, en vue latérale, comme une protubérance hémiellipsoïdale plongeant dans la vacuole à suc cellulaire. Il est impossible d'y discerner, à frais, ce qui est cytoplasmique de ce qui est nucléaire. Ni les chromosomes, ni le fuseau de division ne sont visibles. Au cours de la caryocinèse, la protubérance s'allonge fortement, son épaisseur varie assez peu. La fin de la caryocinèse est indiquée par son affaissement.

Le début de la plasmodiérèse est marqué par l'apparition de pseudopodes raides qui se forment au milieu de la protubérance affaissée. Ils grandissent relativement lentement et finissent par atteindre l'utricule cytoplasmique, de l'autre côté de la cellule. Il se constitue un pseudopode principal qui est orienté perpendiculairement au grand axe de la cellule.

Ces pseudopodes représentent les suspenseurs de l'appareil de la plasmodiérèse. Guidée par eux, la masse de la protubérance affaissée se ramasse sur le plan occupé par le suspenseur principal et semble, en coupe optique, y pénétrer comme un coin. Elle s'écoule alors, très lentement, en une lame qui traverse toute la cellule, perpendiculairement à son grand axe. Les noyaux paraissent entraînés par ce mouvement, ils cheminent l'un vers l'autre et l'on distingue fort bien leurs rotondités, qui sont très rapprochées, quand la lame est établie.

Cette lame est l'appareil de la plasmodiérèse. Les noyaux s'en écartent assez rapidement en direction opposée. Dans la lame cytoplasmique, se produisent des transformations physico-chimiques qui se traduisent par des variations de sa rigidité. Elles conduisent à la formation de deux nouvelles portions d'utricule cytoplasmique qui sont limitées, l'une vers l'autre, par des membranes plasmatiques naissantes, et, vers leur vacuole respective, par un tonoplaste.

La membranogénèse débute fort probablement, immédiatement, à la surface des membranes plasmatiques naissantes. Il se forme ainsi deux prémembranes qui sont libres de toute attache : les deux cellules-filles se trouvent bout à bout dans la même membrane cylindrique. Celle-ci est inextensible et l'allongement des cellules-filles n'est possible que si elle se rompt. Elle présente un dispositif de rupture qui peut fonctionner de différentes manières : pour libérer des zoospores, ou pour permettre la croissance des cellules-filles. Dans ce dernier cas, il apparaît, au niveau de la ligne de rupture, un primordium de membrane en forme d'anneau qui peut s'étaler considérablement. La rupture est quasi explosive et se fait, le plus souvent, en deux fois ; d'un côté, puis de l'autre.

Bien qu'elles aient les mêmes potentialités de croissance, les deux cellules-filles se conduisent d'une manière un peu différente. La cellule supérieure qui se trouve dans la zone de rupture subit le premier choc et s'allonge tout d'abord plus fortement que la cellule inférieure. Mais, très rapidement, sa croissance s'arrête et elle est même souvent écrasée par la cellule inférieure qui, dès que son allongement est déclanché, le poursuit, jusqu'à son complet achèvement.

Les utricules cytoplasmiques des cellules-filles ne font pas corps avec la membrane cylindrique, ils croissent, dans une certaine mesure, indépendamment et peuvent effectuer des glissements partiels à l'intérieur de cette dernière. Sous la poussée des deux

cellules-filles, due à la turgescence, l'anneau s'étale en une nouvelle portion de membrane cylindrique qui rattache entre elles les deux portions de la membrane-mère qui s'écartent.

Soulevée par l'allongement de la cellule inférieure, la cellule supérieure sort, par glissement de la portion inférieure de la membrane-mère tandis que les cloisons séparatrices naissantes arrivent finalement au niveau de la nouvelle portion de membrane cylindrique. Immédiatement, ces dernières se fixent : les cellules-filles possèdent, dès lors, leur membrane propre. L'utricule cytoplasmique de la cellule inférieure emprisonné dans une membrane complète, cesse de croître. La cellule inférieure devient turgescente. L'utricule cytoplasmique de la cellule supérieure n'étant plus comprimé par l'utricule cytoplasmique de la cellule inférieure entre en croissance et s'allonge jusqu'à ce qu'il ait acquis toute sa taille. Il est contenu dans une membrane fortement extensible dont il détermine l'allongement. Dès que la limite d'extensibilité de l'utricule cytoplasmique est atteinte, la croissance cesse.

La nouvelle membrane cylindrique subit alors des transformations irréversibles, elle perd définitivement la propriété de s'allonger.

Comme l'allongement des cellules est lié à l'augmentation du volume vacuolaire, tout se passe comme si la cellule inférieure absorbait plus facilement et plus rapidement de l'eau que la cellule supérieure. Si des facteurs spécifiques n'interviennent pas, la morphologie des deux utricules cytoplasmiques permettait déjà d'entrevoir ce comportement. L'utricule cytoplasmique de la cellule supérieure fortement replié sur lui-même est sans doute moins perméable que l'utricule cytoplasmique en extension, de la cellule inférieure.

Si, mécaniquement, les cellules-filles sont partiellement entravées dans leur allongement, la cellule supérieure est écrasée par la croissance de la cellule inférieure qui acquiert presque toute sa taille. Tout se passe comme si la cellule supérieure courte gardait la morphologie d'une cellule préparée à la division. Elle paraît capable de se diviser une nouvelle fois.

La rupture de la membrane-mère paraît s'effectuer en deux temps. Au cours du premier temps, tout se passe comme si une solution de continuité apparaissait dans la couche interne de l'assise externe et dans l'assise interne. Le second temps comprend deux étapes. Au cours de la première, il se forme au niveau de la solution de continuité, un primordium de membrane en anneau. Intercalé dans la couche interne de l'assise externe, ce dernier détermine, par son épaississement, l'étirement de la couche externe. Celle-ci se rompt au cours de la seconde étape.

L'anneau est formé par la prolifération de la couche interne de l'assise externe et de l'assise interne. Il se forme ainsi deux plis emboîtés l'un dans l'autre. L'étalement de l'anneau se fait en deux temps. Le premier est quasi explosif et correspond à l'ouverture des plis ; le second est relativement lent : les molécules sont mises en place, par glissement les unes sur les autres.

Au cours du premier temps, l'anneau s'étale en une nouvelle portion de membrane cylindrique. Les deux assises qui la constituent ont, en coupe optique, des formes différentes. L'assise interne qui se trouve dans le prolongement de l'assise correspondante de la membrane-mère a la forme d'un croissant. L'assise externe qui se trouve dans le prolongement de la couche interne de l'assise externe a la forme d'un demi-fuseau. Les restes de la portion de la couche externe qui a subi l'étirement se trouvent encore, à ce moment, dans le prolongement de la couche externe.

Au cours du second temps, les deux assises de la nouvelle portion de membrane qui

sont tout d'abord plus épaisses dans leur région médiane acquièrent, très rapidement, la même épaisseur dans toute leur étendue, en s'allongeant. L'assise externe de la nouvelle portion de membrane se place très rapidement dans le prolongement de l'assise externe de la membrane-mère et les restes de la portion de couche externe, sur laquelle l'étirement a porté, apparaît en relief, marquant encore les limites des deux parties de la membrane-mère qui sont nées de la rupture.

Si nous comparons les résultats actuels de nos observations avec ceux que nous avons obtenus antérieurement chez les *Mélosira*, les *Spirogyra* et les végétaux supérieurs (cellules à grande vacuole à suc cellulaire), nous constatons que :

1. La construction de la cellule apte à la division se fait chez les *Melosira* et les *Oedogonium* sans allongement. Celui-ci se produit immédiatement avant et pendant la division chez les *Melosira* : c'est la cellule-mère qui s'allonge ; tandis qu'il se produit immédiatement après la division chez les *Oedogonium* : ce sont les cellules-filles qui s'allongent. L'allongement de la cellule accompagne la construction de la cellule apte à la division chez les *Spirogyra* et chez les végétaux supérieurs.

La présence d'une grande vacuole à suc cellulaire dans la cellule végétale met en évidence d'une manière particulièrement claire la complexité de la notion de croissance. Celle-ci comprend au moins deux phénomènes : 1° l'augmentation de la masse de la matière vivante, et 2° l'augmentation du volume total de la cellule. Chez les *Spirogyra* et chez les végétaux supérieurs, ces phénomènes sont intimement associés ; chez les *Melosira*, ils sont déjà nettement séparés, tandis que chez les *Oedogonium*, leur succession dans le temps les fait apparaître comme deux mécanismes indépendants appartenant cependant à un même tout : la croissance.

2. Le noyau occupe toujours, chez les *Spirogyra*, une position centrale. Chez les végétaux supérieurs, il se trouve habituellement contre la paroi, dans l'utricule cytoplasmique et n'émigre au centre de la vacuole à suc cellulaire, entouré d'une poche cytoplasmique, qu'au moment de la division. Le noyau se trouve toujours dans l'utricule cytoplasmique chez les *Oedogonium* et les *Melosira*. Il reste toujours contre la paroi latérale chez le premier, tandis qu'il peut glisser jusqu'au milieu des nouvelles cloisons séparatrices, chez le second. Pendant sa division, le noyau des *Melosira* reste à des distances égales des cloisons séparatrices dans l'utricule cytoplasmique qui s'allonge tout en restant symétrique, tandis qu'il glisse vers le haut, entraîné par les transformations de l'utricule cytoplasmique qui paraît devenir asymétrique, chez les *Oedogonium*.

Les remaniements cytoplasmiques qui se produisent chez les *Melosira* et les *Oedogonium* sont importants pendant la division et il n'est pas impossible que la position latérale des noyaux soit en relation avec ces phénomènes.

3. La position du noyau est bien fixée pendant la division chez les *Melosira*, les *Spirogyra* et les végétaux supérieurs et elle est telle que deux cellules égales prennent naissance. Cette position n'est variable qu'en apparence chez les *Oedogonium*. En effet, la place occupée par le noyau est rigoureusement déterminée par rapport à l'organisation de l'utricule cytoplasmique et non de la membrane et le glissement général du cytoplasme vers le haut peut être accentué ou réduit sans que le résultat final soit altéré : quel que soit le volume des cellules-filles, avant leur allongement, elles contiennent la même quantité de matériel cellulaire puisqu'après s'être allongées, elles sont à peu près identiques.

4. La formation de l'appareil de la plasmodiérèse est précédée par le développement de pseudopodes suspenseurs chez les *Oedogonium*. Ils naissent après l'anaphase, dès que

l'affaissement de la protubérance a eu lieu, dans le plan médian de cette dernière, fort probablement à l'endroit où se trouvait la plaque équatoriale pendant la division nucléaire

Chez les *Melosira*, rien de pareil n'existe, l'appareil de la plasmodiérèse s'établit sans le concours de suspenseurs. Chez les *Spirogyra*, les suspenseurs existent d'une manière permanente, il en naît de nouveaux après l'anaphase. Ils proviennent de la transformation de l'appareil lamellaire. Les lamelles se découpent en fibre à déplacement centrifuge qui s'associent pour constituer les suspenseurs nouveaux. Ceux-ci jouent un certain rôle dans le déclanchement et dans la direction de la plasmodiérèse.

Chez les végétaux supérieurs, les suspenseurs se développent au moment où le noyau enveloppé d'une poche cytoplasmique émigre au centre de la vacuole. Nous ne savons pas comment ils se forment. Ils soutiennent et guident incontestablement l'appareil de la plasmodiérèse.

5. La cellule à grande vacuole à suc cellulaire des *Melosira* et des *Oedogonium* ne peut se diviser que si un *septum cytoplasmique* s'établit au travers de la cellule, dans lequel la plasmodiérèse puisse se dérouler.

La formation de ce septum s'effectue, dans la cellule des *Melosira*, en deux étapes. Au cours de la première, le cytoplasme s'accumule autour du noyau en une protubérance qui fait hernie dans la vacuole à suc cellulaire et qui ne cesse de croître, jusqu'à l'anaphase. Au cours de la seconde étape, à la fin de l'anaphase, la protubérance s'effondre et s'écoule rapidement en une lame cytoplasmique.

Chez les *Oedogonium*, la première étape est entièrement pareille à celle des *Melosira*. Mais comme la cellule est autrement structurée, l'écoulement du cytoplasme de la protubérance est précédé de la formation de pseudopodes suspenseurs et s'effectue lentement suivant un autre procédé.

Dans les cellules méristématiques et dans les cellules animales, la plasmodiérèse consiste dans la formation de deux nouvelles membranes plasmatiques. Chez les *Melosira* et chez les *Oedogonium* elle est un peu plus compliquée parce qu'elle doit conduire à la formation de deux nouvelles portions d'utricule cytoplasmique.

Dans les cas les plus simples, il est possible que la plasmodiérèse repose sur un phénomène de démiction rigoureusement localisé et orienté. Une lame liquide apparaît suivant un plan déterminé. Par sa seule présence, elle donne naissance à deux surfaces libres qui deviennent le siège d'une réorganisation moléculaire qui conduit à la formation de deux membranes plasmatiques.

Dès que les nouvelles portions d'utricule cytoplasmique sont constituées, chez les *Melosira*, les nouvelles membranes plasmatiques deviennent immédiatement le siège d'une activité membranogène intense. Les molécules qui entrent dans la constitution des membranes viennent s'y orienter pour organiser les nouvelles cloisons séparatrices.

Chez les *Oedogonium*, la formation des cloisons séparatrices est différée jusqu'au moment où l'allongement de la cellule inférieure est terminé.

La plasmodiérèse est incompréhensible chez les *Spirogyra* et dans la cellule à grande vacuole à suc cellulaire des végétaux supérieurs si l'on n'a pas les vues d'ensemble que nous venons d'exposer. Chez les *Spirogyra*, l'accumulation du cytoplasme qui va jouer un rôle dans la plasmodiérèse ne se fait pas, autour du noyau, en une protubérance hémiellipsoïdale, mais, loin du noyau, en un anneau périphérique occupant, dans l'utricule cytoplasmique, le plan médian qui coïncide avec la plaque équatoriale du noyau. L'accumulation du cytoplasme se fait donc directement en place. Mais elle ne constitue qu'un

rudiment de septum. Après l'anaphase, la plasmodiérèse et la membranogénèse sont déclanchées à peu près simultanément dans ce rudiment de septum. Les premières portions d'utricule cytoplasmique garnies de deux nouvelles parties de membranes fixées à la membrane-mère représentent un appui pour le rudiment de septum qui se déplace vers l'intérieur de la cellule à mesure que les phénomènes se poursuivent. Chez les *Spirogyra*, la formation du septum est donc progressive et elle ne peut s'achever que si la plasmodiérèse et la membranogénèse lui sont intimement associées.

Dans la cellule à grande vacuole des végétaux supérieurs, l'accumulation du cytoplasme qui entre dans la constitution de l'appareil de la plasmodiérèse se fait autour du noyau qui se trouve suspendu au centre de la vacuole à suc cellulaire. A la fin de l'anaphase, ce cytoplasme envahit le corps intermédiaire et se ramasse, en un disque, dans le plan équatorial de celui-ci. Ce disque n'occupe qu'une partie de la section transversale de la cellule, il représente un rudiment circulaire de septum. La plasmodiérèse et la membranogénèse se produisent dans ce disque. Puis, s'appuyant sur les portions circulaires d'utricule cytoplasmique formées, garnies de prémembranes, le cytoplasme constituant le disque émigre vers l'extérieur et construit un anneau qui s'agrandit à mesure que les phénomènes se poursuivent. Si la cellule est trop grande, d'autres processus complémentaires se dérouleront sur lesquels nous n'insisterons pas pour le moment. Comme chez les *Spirogyra*, la formation du septum est progressive dans les cellules à grande vacuole des végétaux supérieurs, et, comme là, elle ne peut s'achever que si la plasmodiérèse et la membranogénèse lui sont intimement associées. Alors que les processus débutent loin du noyau-mère et des noyaux-fils, dans le plan médian de l'utricule cytoplasmique qui se trouve dans le même plan que la plaque équatoriale, chez les *Spirogyra* et se déroulent en direction centripète, ils sont associés à la division nucléaire chez les végétaux supérieurs ; déclanchés dans le plan équatorial du corps intermédiaire, ils se poursuivent en direction centrifuge.

En résumé, dans les cellules végétales à grande vacuole, la division cytoplasmique comporte trois processus qui sont diversement associés. Chez les *Oedogonium*, ces trois processus apparaissent avec tout leur caractère parce qu'ils sont nettement séparés dans le temps : 1. la formation d'une lame ou d'un septum cytoplasmique qui traverse la vacuole à suc cellulaire ; 2. la plasmodiérèse se déroulant dans cet appareil et conduisant au développement de deux nouvelles portions d'utricule cytoplasmique ; 3. la membranogénèse se produisant à la surface des membranes plasmatiques naissantes et achevant l'enveloppement de chaque cellule-fille dans une membrane propre.

L'assemblée décide d'effectuer fin juin, une herborisation d'un jour dans les environs de Bruxelles, et charge M^elle^ Balle et M. Duvigneaud de l'organisation et de la conduite de cette excursion.

La séance est levée à 16 h. 30.

RÉCOLTES ALGOLOGIQUES A ONOZ-GEMBLOUX, ROUGE-CLOITRE, LIERRE-HÉRENTHALS ET EN CAMPINE

PAR H. KUFFERATH F. R. S. M.

IV. CYANOPHYCÉES, FLAGELLÉS ET DIVERS

Nous terminons par cette liste le travail qui a fait l'objet des publications (1, 2, 3) où l'on trouvera toutes indications relatives aux récoltes et à la description des lieux de pêche. Quelques espèces ont été trouvées dans une mare ferrugineuse de sous-bois à HAELTERT.

CYANOPHYCEAE.

Les listes ont été dressées en s'inspirant des travaux de FREMY (4) et de GEITLER (5).

Microcystis flos aquae (Wittr.) Kirchn. R.-Cl. [I].

M. parasitica Ktz. O. [13].

M. pulverea (Wood) Forti, L-H [2, 12].

M. rosea nov. spec. Colonies rondes, petites de 11,5 à 15,5 μ de diamètre, nettement délimitée mais sans gelée, renfermant 20 à 30 cellules visibles arrondies, sans gelée propre, à contenu homogène, de couleur rose-tendre de 2 à 3 μ diam. L-H [8].

10-30 *cellulae*, 2-3μ diam., *roseae, coloniae rotundatae. Apud* Herenthals (*Belgica*), fig. I.

Aphanocapsa violacea Grun. Cellules arrondies de 2μ de diamètre, contenu violacé, généralement homogène. Cellules écartées les unes des autres d'environ 2μ dans une gelée incolore et non différenciée, L-H [8]. Elles forment des colonnies arrondies pouvant atteindre 200μ. (fig. 2).

Aphanothece nidulans Richter. trouvé à HAELTERT.

Gloeocapsa granosa (Berk.) Ktg. La diagnose de Tilden (6) p. 15, s'applique le mieux à cette espèce, fig. 3. On-Gx [12].

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 4 mai 1941.

Chroococus dispersus (Keissl.) Lemm. H [19].

C. minutus (Kg) Naeg. H [6].

C. minutus var. *obliteratus* (Richt.) Hansg. — On-Gx [15], H [7].

C. minor (Kg.) Naeg. On. [13].

C. turgidus (Kg.) Naeg. — On. [13].

C. Westii (*W.* West) Boye Petersen = *C. turgidus* var. *violaceus* West. On [13].

Coelosphaerium minutissimum Lemm. var. *liliaceum* nov. var. Lemmerman (7) n'a pas figuré cette espèce à laquelle nous rapportons la jolie variété (fig. 4) dont les cellules sont de couleur lilas-rose. Colonies petites rondes, de 10μ de diamètre, à plusieurs (10 à 12) dans une gelée commune, incolore, non stratifiée, de forme généralement arrondie. Les cellules rondes de face, un peu allongées de côté, ont 1μ de diamètre. Elles sont disposées à la périphérie des colonies. Il n'y a pas de pseudovacuoles. Colonies atteignant rarement 30 à 40μ. H. [11].

Cellulae roseolilaceae, 1μ diam., *coloniae rotundatae* 10μ diam. *apud* Herenthals.

Chlorogloea microcystoides Geitler, On. [13].

Merismopedia Haumani nov. spec. (fig. 5) Cellules un peu ovalaires de 2μ de large et 2,5 à 3μ de haut, groupées en tétrades de 5 à 7μ de large, sans gelée apparente. Contenu vert-bleu avec petites vacuoles. H [6].

Cellulae aeruginеae 2,5-3μ *alt.*, 2μ *lat.*, *vacuolatae*, *Apud* Herenthals.

Merismopedia Massarti. Nov. spec. Petites tétrades de cellules rappelant *Crucigenia* par leur assemblage (fig. 6). Cellules un peu coniques de 2,5 de large et 5μ de long. Les tétrades ont 6μ de large et 11μ de long. Le contenu cellulaire vert-bleu pâle avec de petits granules ou pseudovacuoles. H. [30].

Cellulae aeruginosae pallidae, *conicae*, 2,5μ *lat.*, 5μ *altid.*, *vacuolatae*. *apud* Herenthals.

Aphanizomenon Morreni nov. spec. Fig. 6. A Trichomes à gaine gélatineuse incolore, largeur 5 à 6μ. Cellules végétatives vert-bleu moins larges que longues ou moins larges, de 2,5 à 3μ de large et 2 à 3μ de long, elles sont séparées les unes des autres dans le trichome. Hétérocystes intercalaires, carrés de 3 à 5μ de côté, plus larges que les cellules végétatives. Cellules durables disposées en séries, cylindriques de 5 à 6 et 6,5μ de large et 10 à 16μ jusque 20μ, rarement 48μ de long, à angles arrondis. Leur contenu est fortement granuleux, vert-bleu. Espèce voisine de A. *gracile* Lemm. Dédiée à la mémoire du botaniste belge créateur du Genre H [26].

Cell. vegetat. 2,5-3,2-3μ ; *heteroc. quadratae* 4-5μ ; *sporae* 5-6,5μ *lat.*, 10-20 et 48μ *long.*, *aeruginеae*, *granulatae*. *Apud* Herenthals (Belgica).

Anabaena affinis Lemm.L-H [2].

A. augstumalis Schm. var. *Marchica* Lemm. L-H [5].

A. oscillarioides Bory var. *tenuis* Lemm. L-H [12].

A. laxa A. Br. voir Frémy (4) fig. 302, p. 367. Nous rapportons cette espèce (fig. 7) à celle décrite par Fremy. Les cellules végétatives en forme de tonne, aussi longues que larges ont un contenu vert-bleu avec quelques granules. Hétérocystes carrés de 3,5μ de côté, jaunes, entre les cellules végétatives. Les cellules durables ne sont pas contiguës aux hétérocystes, sériées de 6μ de large et 8 à 12μ de long, à contenu gra-

nuleux, sans épispore caractéristique. Les filaments sont droits ou faiblement flexueux, sans gelée visible. H [22].

Anabaena divers non déterminables H [6,17], L-H [2,3] et [9], Hdbl.

A. subcylindrica Borge. Haeltert.

Cylindrospermum majus Kg. Haeltert.

C. muscicola Kg. Haeltert.

Nodularia spumigena Mertens. Haeltert.

Nostoc calcicola Bréb. On. [13].

N. minutum Desm. On. [1].

N. sphaericum Vauch. On [13].

Hapalopsis nov. gen. *Conradi* nov. spec. Au premier abord, on est tenté de classer l'espèce (fig. 8) avec *Hapalosiphon*, mais l'examen des travaux de Frémy (8,9) et celui de Frémy et Feldmann (10) sur *Nostochopsis* conduisent à créer un genre nouveau. L'algue diffère de *Hapalosiphon* par des ramifications vraies dans tous les sens et est à rapprocher de l'espèce, reproduite par Frémy et Feldmann portant le nom de *Nostochopsis lobatus* var. *stagnalis* Hansgirg pour laquelle cette attribution est très douteuse.

L'espèce que nous avons trouvée à Hérenthals [22] est constituée par un axe principal unicellulaire avec rameaux vrais perpendiculaires à l'axe et dirigés dans tous les sens. Chez *Hapalosiphon* les rameaux sont tous situés du même côté du filament principal.

Les cellules du filament ont 2 à 3μ de large et 4 à 8μ de long. Elles sont entourées d'une gelée diaphane donnant aux filaments une largeur de 6 à 7 μ. Les cellules des rameaux qui sont assez courts ont à peu près les mêmes dimensions que celles du filament principal, à la base du moins, car vers l'extrémité, les cellules s'atténuent progressivement et se terminent par une cellule conique de 2μ de large et 3,5μ de long.

Le contenu cellulaire est vert-bleu, homogène. Nous n'avons vu d'hétérocystes intercalaires que sur les filaments principaux. Les hétérocystes sont jaunes, rectangulaires de 6,5μ de large et 8μ de long.

La forme décrite par Hansgirg, voir (10) et (7) est plus épaisse que la nôtre et se distingue par ses dimensions, on pourrait la dénommer *Hapalopsis stagnalis* Hansg.

On pourrait rattacher à ce genre les espèces signalées comme *Hapalosiphon confervaceus* Borzi et *H. flexuosus* Borzi qui ont des ramifications dans tous les sens, voir Geitler (5). Ces espèces ont été trouvées en Mélanésie et à la Dominique. Elles ne rentrent pas dans le cadre tracé par Frémy (8) pour le genre Hapalosiphon. Rappelons que *Nostochopsis* a une fronde gélatineuse définie, ce que n'ont pas les autres espèces rappelées ci-dessus.

Fila 6-7μ *crassa, vaginae hyalinae, trichomata* 2-3μ *latit., cellulae rectangulares* 4-8μ *long., cellulae terminales conicae, attenuatae ; rami in varias directiones ; contentu aerugineo, homogeneo ; heterocystae rectangulares* 6,5 × 8μ, *luteae, intercalares. Apud* Herenthals (*Belgica*).

Desmosiphon maculans Borzi. Cette rare espèce a été trouvée dans des suintements

de roches dolomitiques en face du château de Mielmont, On [13]. Dans ce milieu ombragé et humide, elle forme de petites boules crustacées verdâtres, incrustées de calcaire rendant d'ailleurs les observations assez difficiles. Elle vit en association avec diverses Cyanophycées, des Diatomées, Chlorellacées et Stichococcus.

Le thalle est formé de filaments courts, parallèles ou faiblement ramifiés de 7 à 8μ de large et 50μ de long. Le filament a une enveloppe hyaline, d'aspect gélifié et est formé d'une série de cellules arrondies, aplaties transversalement, plus rarement elliptiques ou grossièrement polygonales. Les cellules mesurent 4 à 6 μ de large et 3 à 4μ de long, rarement 10μ. Elles ont un contenu vert pâle, homogène. Les filaments ont un aspect toruleux, irrégulier. Il y a formation de planocoques s'échappant par l'extrémité du filament.

Microchaete diplosiphon Gom. H [19].

M. Goeppertiana Kirch. H [22].

Arthrospira Jenneri Stitz. R-Cl [12].

Oscillotaria Agardhii Gom. R-Cl [12].

O. acutissima H. K. — On [10] et Li. La largeur est de 2μ au maximum, la longueur de 5 à 8 et 9μ et non 3μ, indication erronée (11), corrigée d'ailleurs par Geitler (5).

O. brevis Ktz. suivant la diagnose de Frémy (4). Cloisons non granulées contrairement aux indications de Geitler (5). C'est cette espèce que nous avions appelée *O. Conardi*, qui est un *nomen nudum*, dans une note (12) sur la florule de Rouge-Cloître. On-Gx [11] et R-Cl [11].

O. deflexa W. et G. S. West. R-Cl [9].

O. formosa Bory. H. [11], fréquent.

O. guttula van Goor. Li.

O. limnetica Lemm. R-Cl. [7].

O. Mougeotii Ktz. On [15].

O. Okenii (Agardh) Gom. var. *gracilis* Ktz. H. [19], fréquent.

O. ornata Ktz. L-H [3], fréquent.

O. simplicissima Gom. L-H [4].

O. tenuis Ag. R-Cl [7], H [19].

O. tenuis var. *tergestina* (Ktz.) Rabenh. L-H [3].

Lyngbya Martensiana Menegh. L-H [3] et H [17], fréquent.

L. Scotti Fritsch, var. *minor* Fr., notre fig. 10. Nous sommes fort tentés de mettre un point d'interrogation, l'espèce de Fritsch étant antarctique. H [17].

Phormidium angustissimum W. et G. S. West, fa *major* Fr. L-H [12]. L-H [9, 26 et 17].

P. cincinnatum Itz. R-Cl [11 et 12], très fréquent, Gembloux.

P. foveolarum (Mont.) Gom. On. [13], H. [7 et 19].

P. fragile Gomont, H. [30].

P. frigidum Fritsch, H. [30 et 17].

P. inundatum Ktz. R-Cl. [11].

P. laminosum (Ag.) Gom. H. [19].

P. luridum Gom. On. [13].

P. molle (Ktz.) Gom. var. *tenuior* W. et G. S. West. H [7], abondant.
P. Retzii (Ag.) *Gom.* L-H [2].

BIBLIOGRAPHIE

1. Kufferath, H. — Récoltes algologiques à Onoz-Gembloux, etc. I. Diatomées. *Revue Algologique*, 1933, vol. VII, pp. 95 à 121.
2. Kufferath, H. — Idem, II Desmidiaceae et Zygnemales. *Revue Algologique*, 1939, vol. VIII, p. 320.
3. Kufferath, H. — Idem, III. Chlorophycées et Hétérocontées. *Bull. Soc. Royale Botanique de Belgique* 1939, t. LXXI, p. 137 à 144.
4. Fremy, P. — Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française. *Archives de Botanique*, 1930, t. III.
5. Geitler, L. — Cyanophyceae. *Rabenhorst Kryptogamen Flora*, 1930, etc.
6. Tilden, J. — Minnesota Algae, vol. I, 1910.
7. Lemmermann, E. — Kryptogamenflora Mark Brandenbourg, Algen I. 1910.
8. Fremy, P. — Les Stigonémacées de France. *Revue Algologique*, 1930, V, p. 177.
9. Fremy, P. — Remarques sur la morphologie et la biologie de l'*Hapalosiphon laminosus* Hansgirg. *Annales de Protistologie*, 1936, V, p. 175.
10. Fremy, P. et Feldmann, J. — A propos de la présence en France du *Nostochopsis lobatus* Wood, *Bull. Soc. Botanique de France*, 1934, 82, p. 612.
11. Kufferath, H. — Contribution à l'étude de la flore algologique du Luxembourg méridional II. *Ann. Biologie lacustre*, 1914-15, VII, p. 231.
12. Kufferath, H. — La florule algologique de Rouge-Cloître. *Bull. Soc. R. Bot. Belgique*, 1930, 52.

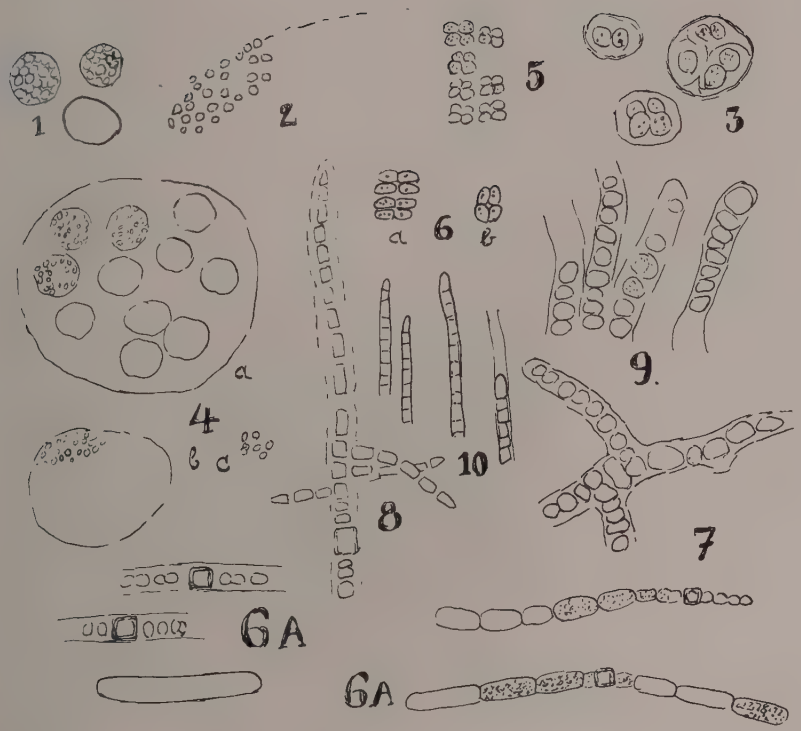


Fig. 1. — *Microcystis rosea* H. K.
Fig. 2. — *Aphanocapsa violacea* A. Grun.
Fig. 3. — *Gloeocapsa granosa* (Berk.) Kg.
Fig. 4. — *Coelosphaerium minutissimum* Lem. var. *lilaceum* H. K.
Fig. 5. — *Merismopedia Haumani* H. K.
Fig. 6. — *Merismopedia Massarti* H. K.
Fig. 6A. — *Aphanizomenon Morreni* H. K.
Fig. 7. — *Anabaena laxa* A. Br.
Fig. 8. — *Hapalopsis Conradi* H. k.
Fig. 9. — *Desmosiphon maculans* Borzi.
Fig. 10. — *Lyngbya Scotti*, Fritsch.

FLAGELLÉS ET RHIZOPODES

Volvocales.

Chlamydomonas angulosa Dill. H [17].
C. Cienkowski Schmidle. R-Cl [2].
C. Dangeardii Chmiliewski. L-H [2, 9].
C. Debaryana Gorosch. R-CL [15], H [7].
C. oblonga Lemm., var. *truncata* Lemm. R-Cl [11].
C. Reinhardi Dang. Bruxelles, H [17].
C. amplissima H. K. nov. spec.-Cellules (fig. 1 et 2) de 19 à 25 sur 21,5 à 29μ, 2 cils de 22 à 30μ, le corps chlorophyllen est séparé de la membrane, il est à peu près arrondi de 12,5μ à 13 sur 15μ, à échancrure antérieure et plastide verte avec un gros pyrénoïde en arrière dans la moitié postérieure. On n'a pas vu de stigma. H[33] Espèce voisine de *C. ampla* Printz et de *C. gelatinosa* Kossch. Espèce à rechercher.
Chlorogonium euchlorum Ehr. L-H [8], H [1].
Gloeomonas ovalis Klebs. R-Cl [14].
Gonium sociale (Duj.) Warm. R-Cl. [13 et 14].
Carteria spec. Fig. 3. Signalons cette forme qui reste douteuse, n'ayant pu voir les cils. Nous la rapprochons de *C. semiglobosa* Pascher bien qu'elle en diffère par plusieurs caractères. Cellules de 13μ de large, le corps semiglobuleux a deux rebords arrondis séparés par une échancrure. Deux (?) plastides vertes avec stigma vers l'extrémité postérieure. Espèce à rechercher, peut-être nouvelle.

Eugleninae.

Euglena acus Ehr. L-H [8].
E. gracilis Kl. H [22 et 26].
E. intermedia (Kl.) Schmitz. H [6].
E. intermedia var. *Klebsii* Lemm. L-H [3,9], H [1,33], Hdbl.
E. limnophila Lemm. [H 11]. La forme que nous rapportons à l'espèce de Lemmermann, pourrait être distinguée comme variété *minor* (fig. 4) elle mesure 40 à 48 μ de long et 5 à 6μ de large, le flagel a environ 20μ de long, espèce peu métabolique à nombreuses plastides vertes, deux grains de paramylon, stigma petit et ponctiforme.
E. minima Francé. L-H [2].
E. proxima Dangeard. R-Cl [2,8 et 12].
E. spirogyra Ehr. L-H [8], H [19].

E. variabilis Kl. R-Cl [13].

E. viridis Ehr. On-Gx [9], Bruxelles.

Lepocinclis ovum (Ehr.) Lemm. L-H [8].

L. ovum var. *magna* H. K., nov. car. Cette variété (fig. 5) mesure 34μ de large et 60μ de long. C'est une des plus grandes du genre, le dard est mince, ce qui la distingue de la var. *Richiana* Conrad (6), elle est d'ailleurs aussi plus ovoïde. Les stries vont de gauche à droite et sont rapprochées les unes des autres. R-Cl [7].

L. heterochila H. K., voir Conrad (6) p. 233, fig. 37. R-Cl [7].

L. teres (Schmitz) Francé, R-Cl [2].

L. Conradii H. K. nov. spec. (fig. 6). Cette petite forme qui rappelle celle de L. *ovum* s'en distingue parce qu'elle possède des stries directes, caractère que Conrad (6) considère comme spécifique de choix. La cellule mesure 10,5 sur 25μ, la pointe a 3μ. Dédiée à W. Conrad qui a fait une monographie du genre. L-H [12].

Phacus alata Kl. R-Cl [7].

P. longicauda (Ehr.) Duj. L-H [8 et 11].

P. longicauda var. *torta* Lemm. L-H [8].

P. orbicularis Hubn. L-H [3].

P. oscillans Kl. var. *elegans* H. K. nov. var. La variété (fig. 7 à 9) a une forme plus étroite, et plus gracieuse que le type décrit par Lemmermann (3,11) p. 141, elle mesure 25 à 30μ de long sur 7 à 8μ seulement de large, la pointe a 3,5μ, elle est mieux dégagée et plus fine que dans l'espèce. L-H [12].

P. pleuronectes (O. F. M.) Duj. L-H [12]. Des formes plus petites que l'espèce (3,11, p. 138) et mesurant 26 à 29μ de large et 35 à 38 et 40μ de long ont été trouvées à L-H [12 et 26].

P. pusilla Lemm. Cette espèce étudiée par Skuja (7) a des formes très variables (fig. 10 à 16), elle mesure 7 à 9μ de large et 29 à 36μ de long, le cil a de 10 à 20μ de long. L-H [9].

P. pyrum (Ehr.) Stein. L-H [12], H [11 et 22].

P. regularis H. K. nov. spec. Le contours régulièrement ellipsoïde (fig. 17) rappelle fort le dessin fig. 26 de Conrad (8) rapporté à *P. caudata* H. var. *ovalis* Drez. mais la forme trouvée par nous est deux fois plus grande ; elle mesure en effet 25μ de large et 47μ de long avec une pointe à peine déjetée de 7μ. La striation est longitudinale, les plastides vertes sont en petites plaques, un gros grain de paramylon en batonnet épais. Le stigma rouge, ovalaire et grand est à l'extrémité antérieure. H [19].

P. species. Cette forme (fig. 18) trouvée à R-Cl [2] est assez petite, elle a 20μ de large et 37 à 40μ de long, la pointe déjetée en virgule a 6μ de long ; la membrane a des stries obliques, un énorme grain de paramylon occupe le centre de la cellule, la plastide est verte, le stigma arrondi et assez petit est à l'avant. La cellule ovale est aplatie à la partie antérieure, nous n'avons pas vu de flagel. Cette espèce est à rechercher, elle paraît intéressante. Peut-être n'est-ce qu'une petite forme de P. *pleuronectes* ?

Heteronema acus (Ehr.) Stein. Nous rapportons à cette espèce une forme très grande (fig. 19) de 85μ de long et 21μ de large, les cils ont 80 et 50μ de long. Cette

espèce très métabolique (fig. 20) pourrait être distinguée comme variété *major*. H [33].

Peranema trichophorum (Ehr.) Stein. H [11], Hdbl.

Anisonema acinus Duj. H [17].

A. ovale Klebs, f. *major* H. K. Ne diffère que par sa grandeur de l'espèce type. Elle a 24μ de long, 13μ de large, le flagel antérieur a 25μ, le postérieur 50μ de long. H [30].

Menoidium semilunaris Wermel (9), notre fig. 22, H [33].

M. tremulum Skvortzow (10). H [30]. A noter que la forme vivant en Russie provenait d'eau saumâtre, celle de Belgique vit en eau douce, notre fig. 23.

Trachelomonas abrupta (Swir.) Defl. H [1]. (*)

T. abrupta var. *arcuata* (Playf.) Defl. f. *angustata* Defl. H [22].

T. abrupta var. *minor* Defl. R-Cl [9].

T. abrupta var. *obesa* (Playf.) Defl. H [2].

T. armata (Ehr.) Stein, var. *longa* Defl. R-Cl [9].

T. armata var. *belgica* H. K. nov. var., fig. 24. Cette belle espèce du groupe *armata* a une loge brun-noirâtre, ellipsoide mesurant sans les épines 26 sur 40μ, avec les épines 35 sur 48 μ. Les pointes courtes antérieurement, existent sur les parois latérales et sont longues à la partie postérieure, certaines ont jusque 10μ de long et 1μ d'épaisseur. H [11].

T. australica (Playf.) Defl. var. *granulata* (Playf.) Defl. H [22]. R-Cl. [9].

T. Bernardinensis W. Vischer em. Defl. H [11 et 17].

T. dubia Swir. em. Defl. var. *lata* Defl. — Voir Deflandre (12), fig. 792. H [12].

T. dubia var. *minor* Defl. Notre fig. 25 rappelle la forme fig. 564 de Deflandre (12), elle en diffère par la loge un peu plus allongée, les dimensions : 8 × 16 et 9 × 23μ ; le col est tubulaire droit, il a 1,5μ de haut. H [17].

T. euchlora (Ehr.) Lemm. var. *parvula* Conrad. Cette variété a déjà été trouvée en Belgique (II), notre fig. 26 montre le stigma voisin de l'axe central. H [11].

T. granulosa Playfair. H [19].

T. hispida (Pertg) Stein. H [11 et 17].

T. hispida var. *crenulatocollis* (Mask.) Lemm. R-Cl [2].

T. hispida var. *margaritifera* (H. K.) Conrad. Cette espèce décrite par Conrad (11) a été trouvée à Rouge-Cloître [2] ; notre fig. 27 montre bien le col qui rattache nettement la loge au type *hispida*. La loge est plus grande que la forme de Stockhem, elle mesure 16 sur 33 μ. Parois brun-rougeâtre. Stigma dans la partie antérieure, plastides nombreuses.

T. hispida var. *punctata* Lemm. R-Cl [2 et 9], L-H [3].

T. hispida var. *simplex* Defl. H [19].

T. intermedia Dang. R-Cl [7,13], L-H [12], H [17], Hdbl.

T. Klebsi Defl. H [26], Hdbl. Deflandre donne cette espèce avec la synonymie :

(*) Nota pour les *Trachelomonas* : voir les travaux de Conrad (II), Deflandre (12) et Pascher et Lemmermann (3).

T. hispida var. *cylindrica* qui est beaucoup plus petite et doit être tenue comme variété à conserver et à distinguer de l'espèce *T. Klebsii*. Elle mesure de 14 à 16 sur 26 à 27,5μ, le cil a 80μ de long (fig. 28), petit stigma dans le tiers antérieur, la parois est couverte de nombreuses pointes courtes, il n'y a pas de col.

T. oblonga Lemm. H [22]. Exemplaire à membrane très épaisse, jusque 2μ, de couleur rougeâtre (fig. 29). Trouvé également à R-Cl [2], L-H [3,5], H [11]. Nous rapportons à cette espèce une forme assez grande (fig. 30) ayant 17 à 20μ de large et 20 à 22μ de long, dimensions supérieures à celles données dans la diagnose de Deflandre. H [6].

T. pulcherrima Playf. var. *minor* Playf. L-H [3].

T. Sydneyensis Playf. Deflandre (12), p. 80 fig. 240. La loge (fig. 31) mesure avec les épines 22 sur 40 μ, les épines ont 2,5μ. R-Cl [1,9].

T. Sydneyensis var. *minima* Playf. Deflandre (12), p. 81, fig. 243. C'est la meilleure attribution que nous puissions faire de cette forme (fig. 322) ; elle mesure 22,5 sur 28μ, le col bien marqué par une série de pointes a 8μ de large, mais, et c'est ici que l'on peut hésiter, la loge possède postérieurement deux petites pointes robustes de 2μ aussi longues que les pointes du col. Les pointes postérieures marquent une tendance vers le groupe *armatae*. En tout état de cause, cette forme trouvée à L-H [5]' est intéressante. L'espèce type a été signalée en France dans des tourbières.

T. varians Defl. H [11].

T. volvocina Ehr. Fréquent à R-Cl, On-Gx [1], L-H [2, 3, 8, 12], H [17, 19, 26, 33] Li.

T. volvocina var. *cervicula* (Stokes) Lemm. L-H [2,3].

Cryptomonadinae.

Cryptomonas ovata Ehr. R-Cl [9,14], H [6, 22].

C. erosa Ehr. L-H [5, 8].

Chilomonas oblonga Pascher. L-H [2, 8, 12], H [6].

C. paramaecium Ehr. L-H [4], H [1, 7, 26].

Cryptochrysis magna H. K. nov. spec. H [17]. Cette espèce (fig. 33) se distingue des deux autres du genre (voir Pascher 3, H. 2) par sa grandeur, elle mesure 32 à 45 μ de long et 12 à 17,5μ de large ; 2 cils sont insérés dans une large échancrure antérieure, un côté est fortement bombé tandis que l'autre est à peu près droit ; il y a deux plastides brunes latérales, série de granules en ligne atteignant la moitié de la longueur. Vue de côté la cellule est cunéiforme à sommets arrondis. Présence de 2 flagels inégaux.

Nephroselmis violacea H. K. nov. spec. H [1]. Cryptomonadée de la famille des Nephroselmidaceae à insertion latérale des cils dans une courte gorge à lèvres. Caractérisée par ses deux plastides violettes, mesure 28μ de long et 14μ de large, 2 cils de 13μ environ, la cellule vue latéralement est cunéiforme à bouts arrondis (fig. 34).

Ochromonas mutabilis Klebs. L-H [9].

Chromulina species (fig. 35) ; H [22]. Espèce à cellules ovales de 11 à 13,5μ de long et 7,5 à 8,5 μ de large avec un flagel de la longueur du corps et une plastide vert-jaunâtre. Stigma ponctiforme dans le tiers antérieur du corps. Élément encystés (?) arrondis de 9 à 10μ de diamètre, la parois avec granulations à peine marquées.

Synura uvella Ehr. Fréquent à Rouge-Cloître [13, 14] avec stades palmelloïdes H [33].

Dinobryon divergens (Imh.) Lemm., formes d'été H [33].

D. sertularia Ehr. H [1, 6].

Pantostomatineae

Cercobodo agilis (Moroff) Lemm. H [33], forme très métabolique de 12 sur 24 μ, plus grande que l'espèce type (fig. 36).

Protomastiginae.

Bodo repens Klebs. H [11].

Oicomonas rostrata S. Kent R-Cl [11].

Rhipidodendron splendidum Stein. (L-H [8].

Dinoflagellata.

Glenodinium neglectum (Schill.) Lindem. H [6] avec zygotes (fig. 37) rondes de 38μ de diamètre, gelée épaisse de 5μ.

Gymnodinium glaucum Conrad (13). Dinoflagellate à plastide verdâtre signalé dans les eaux saumâtres de Belgique. La forme que nous avons trouvée en eau douce, H [22], correspond à celle de Conrad.

Peridinium cinctum Ehr. H [1].

Amoebiens et Thecamoebiens.

Pour la bibliographie voir Leidy (14), Schouteden (5), Doflein (16), Deflandre (17, 18).

Amoeba polypodia Doflein. H [11].

A. proteus Pallas. H [30].

A. radiosa Leidy (14) H [26].

A. verrucosa Ehr. R-Cl [12], On-Gx [10], des petites formes de 23 sur 60 μ et 27 sur 70μ ont été trouvées à H [26 et 17].

Pelomyxa binucleata Gruber. H [30].

Acanthocystis aculeata Hertwig et Less. L-H [2].

Actinophrys sol Ehr. L-H [9].

Actinosphaerium Eichhorni Ehr. H [11], R-Cl [2 et 12].

Arcella vulgaris Ehr. Forme typique de 100 à 115 μ de diamètre et 35 à 40 μ de diamètre buccal H [6, 11, 19, 22, 33]. Des formes plus petites de 56 à 70 μ de diamètre et 20 à 25μ de diamètre buccal, L-H [2], H [17,7.],

A. hemisphaerica Perty, L-H [3], H [17] et Hdbl.

A. hemisphaerica var. *intermedia*, f. *undulata* Deflandre H [1 et 33], de 60 à 70 μ de diamètre, bouche de 17 à 18μ de diamètre. Le contours extérieur a de 9 à 12 ondulations plus ou moins droites, la thèque est brune avec ponctuations fines parfois en lignes rayonnantes.

A. costata Ehr. L-H [8].

Centropyxis aculeata (Ehr.) Stein. H [22].

Difflugia cratera Leidy. H [19].

D. globulosa Leidy. H [22].

D. pyriformis Leidy. On-Gx [1].

Euglypha alveolata Duj. H [33].

Placocysta spinosa Leidy. H [33].

Pamphagus granulatus (Schultze) Pénard. H [33].

Sphenoderia lenta Leidy. H [6, 33].

Trinema acinus Leidy. H [6, 19, 33].

BIBLIOGRAPHIE

1. Pascher, A. — Volvocales, Swfl. H 4, 1927.
2. Lemmermann, E. — Kryptogamenflora d. M. Brandenburg, Algen I, 1910.
3. Pascher et Lemmermann, E. — Swfl. H 1 et 2, Flagellatae, 1913-14.
4. Pascher, A. — Heterokontae, Swfl. H II, 1925.
5. Schouteden, H. — Les Rhizopodes testacés d'eau douce. *Annales de Biologie lacustre*, 1906, I, p. 327.
6. Conrad, W. — Matériaux pour une monographie du genre *Lepocinclis*. *Arch. f Protistenk*, 1934, vol. 82, p. 203.
7. Skuja, H. — Vorarbeiten zu einer Algenflora von Lettland, I. *Acta H. bot. Univ. Latviensis*. I, 1926.
8. Conrad, W. — Flagellates des îles de la Sonde (Euglenacées). *Bull. Musée R. Hist. natur. de Belgique*, 1938, T. XIV, n. 8.
9. Wermel, E. — Beschreib. neuer Flagellaten aus Russland. *Arch. f. Protistenk.* 1924, T. 48, p. 206.
10. Skvortzow. — *Ibidem*, 1924, t. 48, p. 183.
11. Conrad, W. — Révision des espèces indigènes et françaises du genre Trachelomonas Ehr. *Ann. de Biologie lacustre*, 1916, t. VIII, p. 193.
12. Deflandre, G. — Monographie du genre *Trachelomonas Ehr.* Nemours, 1926.
13. Conrad, W. — Recherches sur les Flagellates de nos eaux saumâtres. I. *Dinoflagellates. Arch. Prostistenk.* 1926, p. 64.
14. Leidy. — Freshwater Rhizopods of North America, 1879.
16. Doflein, F. — Lehrbuch der Protozoenkunde, 1909.
17. Deflandre, G. — Le genre *Arcella* Ehr. *Archiv f. Protistenk.*, 1928, 64, p. 152.
18. Deflandre, G. — Le genre *Centropyxis* Stein. *Ibidem*, 1929, 67, p. 322.

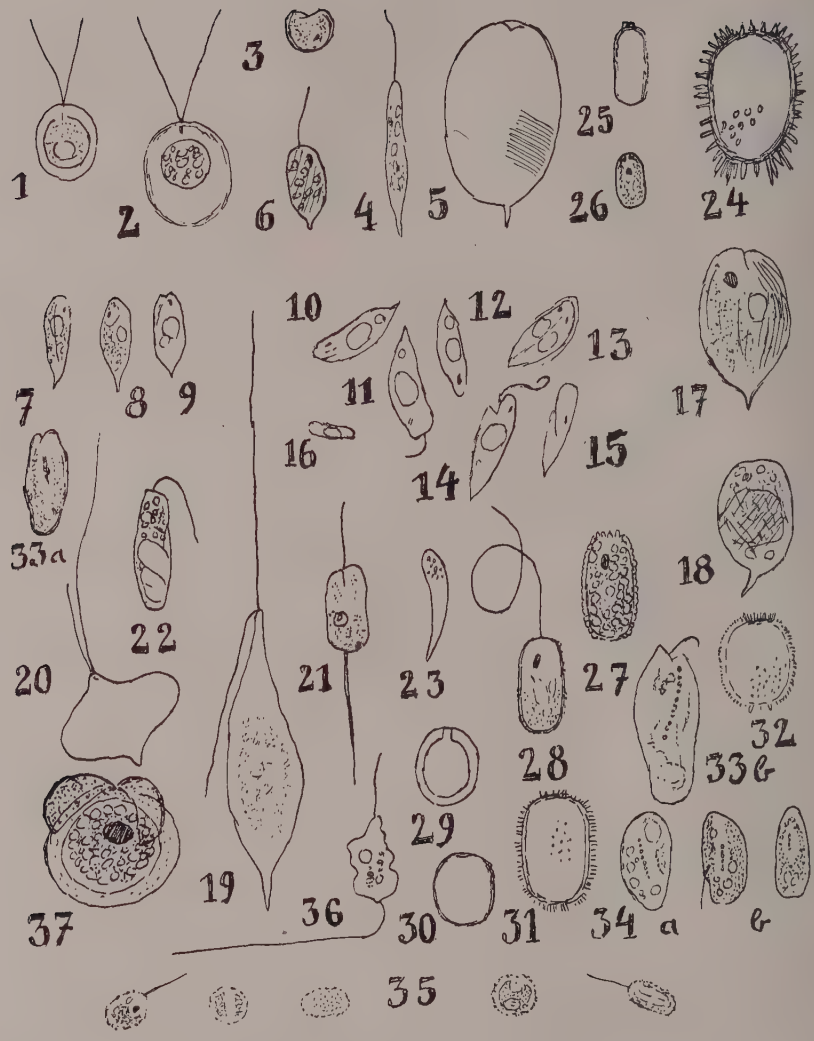


Fig. 1 et 2. — Chlamydomonas amplissima H. K.
Fig. 3. — *Carteria* spec ?
Fig. 4. — *Euglena limnophila* Lemm., var. *minor*.
Fig. 5. — *Lepocinclis ovum* (Ehr.) Lemm., var. *magna*.
Fig. 6. — *L. Conradii* H. K.
Fig. 7 à 9. — *Phacus oscillans* Kl., var. *elegans*.

Fig. 10 à 16. — *P. pusilla* Lemm.
Fig. 17. — *P. regularis* H. K.
Fig. 18. — *P.* spec.
Fig. 19 et 20. — *Heteronema acus* (Ehr.) St., var. *major*.
Fig. 21. — *Anisonema ovale* Kl., f. *major*.
Fig. 22. — *Menoidium semilunaris* Werm.
Fig. 23. — *M. tremulum* Skvortz.
Fig. 24. — *Trachelomonas armata* (Ehr.) St., var. *belgica*, H. K.
Fig. 25. — *T. dubia* Swir. em. Defl., var. *minor* Defl.
Fig. 26. — *T. euchlora* (Ehr.) Lemm., var. *parvula* Conrad.
Fig. 27. — *T. hispida* (Perty) St., var. *margaritifera* (H. K.) Conrad.
Fig. 28. — *T. Klebsi* Defl., var. *cylindrica*.
Fig. 29 et 30. — *T. oblonga* Lemm.
Fig. 31. — *T. Sydneensis* Playfair.
Fig. 32. — *T. Sydneensis* Pl., var. *minima* Playfair.
Fig. 33*a* et *b*. — *Cryptochrysis magna* H. K.
Fig. 34 *a* et *b*. — *Nephroselmis violacea* H. K.
Fig. 35. — *Chromulina* spec.
Fig. 36. — *Cercobodo agilis* (Moroff) Lemm.
Fig. 37. — *Glenodinium neglectum* (Schill.) Linden., zygote.

MORPHOLOGIE DES CHROMOSOMES DE *PISUM SATIVUM*

par **A. LEJOUR.**

Il est généralement admis que les chromosomes possèdent des caractères constants et différents d'après les espèces. Chaque espèce possède ainsi un nombre haploïde de chromosomes d'aspect déterminé qui peut servir de caractère systématique. Un chromosome est caractérisé par sa taille, par son rapport longueur-largeur et par la position du point d'insertion au fuseau, laquelle est marquée par une constriction qui détermine la longueur relative des bras. Certains chromosomes possèdent une ou plusieurs constrictions secondaires qui peuvent découper une portion terminale qui prend le nom de satellite ; ceci aurait aussi un caractère stable.

L'aspect caractéristique des chromosomes se présente spécialement en métaphase et en anaphase.

Ces dernières années, il a parfois été fait mention de la variabilité des chromosomes. Plusieurs auteurs notent des variations de leur longueur dans les grains de pollen polyploïdes et spécialement triploïdes. Ce sont DARLINGTON sur *Narcissus* (1929), sur *Tradescantia* (1937), sur *Fritillaria* (1936), SAX sur *Tradescantia* (1937) et UPCOTT sur *Tulipa* et *Hyacinthus* (1939). Pour ces auteurs, cela serait dû à des différences dans le degré de spiralisation des chromosomes, laquelle ne se ferait pas à la même vitesse pour tous. Dans son « Grundriss der Cytologie », GEITLER relève le fait que, dans les couches centrales des racines, les chromosomes sont absolument et relativement plus longs que dans les couches périphériques de la même plante (p. 274).

Tout récemment, DANGEARD (1941) observe, chez *Pinus maritima*, des différences de taille marquées entre les chromosomes des différents tissus, notamment entre les chromosomes des cellules épidermiques et ceux des autres histogènes. Pour lui aussi, ces différences portant à la fois sur la longueur et sur la largeur résulteraient de simples modalités de spiralisation.

L'étude des mitoses somatiques dans les racines de *Pisum sativum* apporte une confirmation des observations de GEITLER et de DANGEARD mais nous a permis de

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 4 mai 1941.

constater qu'une variabilité très étendue caractérise les chromosomes des cellules d'un seul et même tissu.

MATÉRIEL.

Toutes les observations ont été faites sur des méristèmes radiculaires de *Pisum sativum*, variété « Unica ».

Les graines sont mises à germer en boîte de Pétri et au bout de 50 à 60 heures, les pointes de racines sont coupées et fixées. Des racines secondaires sont parfois utilisées.

Les préparations examinées ont été réalisées selon trois techniques :

A. Coloration à l'hématoxyline au fer, après fixation pendant 24 heures au mélange de DUSTIN (Acide chromique 1% : 7,5 ; acide acétique glacial : 0,5 ; formol : 2) ;

B. Méthode des frottis :

Nous avons d'abord appliqué la méthode suivante de WARMKE :

fixation	ac. acétique glacial	1 p.	
	alcool absolu	3 p.	24 h.
dissociation	alcool 94°	1 p.	
	HCl concentré	1 p.	5 à 15 min.
durcissement au Carnoy	alcool absolu	6 p.	
	chloroforme	3 p.	
	ac. acétique glacial	1 p.	5 à 15 min.

la pointe de racine fendue dans sa longueur est mise sur une lame, dans une goutte de carmin acétique ; une légère pression sur la lamelle produit l'étalement ; la préparation est chauffée modérément. Les tissus se dissocient bien et il est possible de repérer des figures de division, mais les chromosomes sont gonflés, ils s'agglomèrent et il est malaisé d'en faire l'étude.

Après divers tâtonnements, nous sommes arrivée à un très bon résultat en modifiant le procédé de la façon suivante :

fixation au Carnoy			5 à 10 min.
dissociation	alcool absolu	50%	5 min.
	HCl concentré	50%	
durcissement et élimination de HCl	alcool absolu	9 p.	
	ac. acét. glac.	1 p.	5 à 10 min.

coloration au carmin acétique GRÜBLER à saturation dans l'acide acétique glacial à 50%, chauffé au bain marie et filtré.

Le temps de fixation et de dissociation varie avec l'épaisseur du matériel. Il faut cependant éviter de prolonger l'action de HCl ; le matériel devient translucide et mou, la coloration est moins bonne. Le durcissement peut se prolonger, même durant plusieurs heures ; en tous cas, l'élimination de HCl doit être complète pour avoir une coloration élective.

La pointe de racine est placée sur la lame dans une goutte de colorant ; en appuyant doucement et progressivement au moyen de la lamelle, on produit l'étalement ; il suffit alors de chauffer très prudemment pour ne pas atteindre l'ébullition. Ce procédé est très rapide et donne une coloration tout à fait élective des chromosomes, lesquels restent bien en place ; malheureusement, les préparations ne sont pas permanentes. La méthode des frottis donne avec certitude des chromosomes entiers et nous a servi surtout à l'étude des anaphases.

C. Méthode de Feulgen :

Cette technique a été employée pour essayer de mettre en évidence les centromères qui, d'après certains auteurs, ne contiendraient pas d'acide thymonucléique ce qui permettrait de déterminer de façon précise la longueur des bras des chromosomes. Pour éviter l'emploi d'aldéhyde ou d'oxydant capables de transformer les alcools en aldéhydes, ce qui pourrait fausser le résultat, nous avons utilisé comme fixateur, du Carnoy et un mélange au sublimé (eau : 100 cc., sublimé, 6 gr., ac. acét. glacial : 2 cc.). La technique suivie a été celle préconisée dans l'ouvrage de Romeis, le temps d'hydrolyse le plus favorable étant de 15 min.

Observations et mesures.

Les observations ont été faites au moyen de l'obj. 90, des oc. 10, 17, 28 Zeiss, celui-ci contenant un micromètre au 1/100.

Pour pouvoir être comparés, les chromosomes ont été dessinés sur du papier millimétré ; les mesures ont été faites en tenant compte des sinuosités et des différences de plan et lorsque le chromosome s'étendait en profondeur, la mesure a été faite au moyen du tambour de la vis micrométrique.

Les causes d'erreurs dans la mesure sont assez grandes :

1° en général, les 14 chromosomes ont leurs dimensions comprises entre 3 et 4,5 divisions du micromètre ; pratiquement, il n'est pas possible d'obtenir une approximation supérieure à 1/3 de division. Si on admet que la différence de longueur entre deux paires successives de chromosomes rangés en ordre décroissant reste constante, comme $2n = 14$, la variation serait au maximum de 1/4 de division ; il en résulte que deux paires de chromosomes effectivement d'inégale longueur, peuvent apparaître de même longueur ; si une différence de forme ne permet pas de les discriminer, comment les apparier ?

2° quand la mesure est faite en profondeur, la vis donnant une division $= 2\,\mu$ et la limite du chromosome étant très difficile à déterminer, il y a des divergences de $1/2\,\mu$, au moins.

Si on ajoute les erreurs subjectives d'interprétation et celles qui sont dues aux formes parfois irrégulières des chromosomes, on arrive à des erreurs supérieures à la différence de grandeur entre 2 paires consécutives.

Pour obtenir plus de précision, des plaques métaphasiques et des anaphases ont été photographiées au Leica (obj. 90, oc. 10) à trois mises au point différentes. Les films ont été projetés et les contours dessinés. Les 3 photos ont été superposées pour

N° d'ordre des chromos.	I.		II.		III.		V.		V.		VI.		VII.		IX.		X.		XI.	
	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.	D. en μ	Ph.
1	6,6	7	5,4	5,7	6,2	6,4	6,1	> 6	5,5	6,7	6,5	6,8	> 5,6	4,7	6,2	6,7	5,7	6,2	6	6
2	5,9	6,5	5,1	5,7	> 5,7	5,6	6	> 5,8	6,5	6,1	6,2	5,9	5,6	4,6	5,6	6	5,6	5,2	5,2	5,2
3	> 5,6	7	5	5,7	> 5,5	6,5	5,6	7	5,5	5,2	5,6	5,3	5,2	> 4,5	5,6	5,5	5,6	5	5	4,5
4	5,6	5	5	5,3	5,5	5,2	5,5	5,6	> 5	5,1	5,5	5,9	5	5,2	5,2	5,2	5,2	6	> 4,6	5,5
5	5,5	5,7	5	5,2	> 5	> 3,6	5,5	4,2	5	5,2	> 5,2	5,3	4,6	5,6	5	6,3	> 5	5	4,5	4,5
6	5	6,1	4,7	4,9	5	6,5	5	5,4	4,7	5,4	5	4,7	4,6	5,5	5	5	5	5,5	4,5	4,3
7	5	5,8	4,6	4,6	5	5,9	> 4,7	5,9	3,7	5,2	4,7	3,5	4,6	5	4,4	5,2	5	5	4,4	5,7
8	5	5,7	4,4	4,2	5	5,9	4,6	5,5	3,7	4,8	4,6	5,2	4,5	5,7	4,4	4,3	5	4,3	4,4	5
9	4,4	5,4	> 4,1	4,4	5	5,3	> 4,1	5,2	> 3	3,3	4,5	5,2	4,4	5	> 4,1	5	> 4,5	5,2	4,4	4,3
10	3,7	5,4	4	5,2	4,4	5,3	4,1	5,2	> 2,7	3,5	> 4	5,8	> 4,1	4,5	> 4	?	4,1	5	> 4	5,2
11	3,7	4,6	4	5,1	> 3,7	5,9	4,1	5	2,7	> 5,2	3,7	4,8	3,9	4,7	3,7	3,8	4	5,2	> 4	> 3,8
12	3,7	4,4	4	4,7	3,7	4	4,1	5,7	2,5		> 3,6	4	> 3,7	> 3,8	> 3,7	?	> 3	> 3	4	4,4
13	3,7	3,9	3,7	4,9	> 2,5	?	4	5	1,9	?	> 3,5	4,8	> 3,1	4,5	> 3,5	3,5	> 3	> 3	3,1	3,8
14	> 2,7	> 5	> 3,5	4,4	> 2,1	?	3,1	2,8	1,7	?	> 3	4,8	> 2,5	> 3,7	> 1,9	?	> 2,9	> 3,4	> 2,5	?
R.	2,3 < R < 2,4		1,5		2,9		1,9		3,8		2,1		2,2		3,1 < R < 3,2		1,9		1,9	

N. Les chromosomes sont classés en ordre décroissant d'après leur longueur en μ mesurée sur dessins ; la deuxième colonne indique la longueur relative d'après les photographies.

R. indique le rapport entre le plus long et le plus court chromosome.

obtenir un seul dessin. Les mesures ont été faites sur les dessins donnant ainsi le contour brut. La précision n'est pas meilleure parce que les contours ne sont pas nets, qu'il est difficile de déterminer l'extrémité de chromosomes trop voisins et que les images prises sur différents plans ne sont pas toujours mathématiquement superposables. Si les mesures faites d'après photos sont moins subjectives, elles ne tiennent pas compte des formes réelles. On remarquera dans le tableau donné plus loin qu'il y a fort peu de concordance entre les deux groupes de mesures. Tout compte fait, la mesure d'après dessin doit être plus exacte.

Résultats.

Nous avons étudié de nombreux chromosomes en métakinèse, en métaphase et en anaphase. Notre attention s'est spécialement portée sur des métaphases choisies toutes dans la couche interne du périblème d'une seule racine pour que les conditions soient aussi identiques que possible. C'est dans cette région que les chromosomes sont le plus nets et le mieux étalés en métaphase. Nous nous contenterons de décrire dix de ces métaphases qui ont été dessinées et photographiées.

Si, à première vue, il semble que les chromosomes puissent être comparés et appariés, une observation attentive montre de grandes différences aussi bien dans la forme que dans les dimensions linéaires ; l'épaisseur est très sensiblement la même pour tous, ce qui laisse bien à supposer que l'on est arrivé à un même stade ; en tous cas, s'il y a des différences de diamètre, elles sont très faibles et non mesurables par les moyens que nous possédons.

Nous avons dressé un tableau indiquant la longueur des chromosomes mesurée en μ d'après les indications données plus haut et classés par longueurs décroissantes ; une deuxième colonne donne la longueur relative d'après photos. L'examen de ce tableau nous amène aux constatations suivantes :

1° le plus grand chromosome a des dimensions variant de 6,6μ (1) à 5,4μ (2) ;

2° les chromosomes n'ont pas 2 à 2 même longueur ; par conséquent, il n'est pas possible de les apparier d'après leur longueur ; on doit déduire de cette constatation que les homologues ne subissent pas parallèlement la contraction et que même à la métaphase, ils peuvent être assez différents ;

3° les proportions entre chromosomes ne sont pas constantes ; ainsi le rapport entre le plus grand et le plus petit va de 1,5 μ (2) à 3,8 μ (5), ce qui implique que dans un même noyau les chromosomes ne se contractent pas synchroniquement.

Si les mesures ne sont pas concordantes, la morphologie des chromosomes peut-elle donner une indication sur leur homologie ? Admettant l'hypothèse que les chromosomes homologues sont voisins dans le noyau et que la topographie des métaphases doit être sensiblement la même dans tous les noyaux, nous avons essayé de faire un classement des chromosomes en tenant compte de leur grandeur, de leur forme et de leur emplacement dans la plaque équatoriale.

Prem. plaque : (ph. 1, D. 1) l'appariement est relativement facile ; trois groupes : 7-8, 9-12, 11-13 forment nettement des paires ; 10-14, 1-2 sont proches et de même

grandeur mais non de même forme (14 a une forme bizarre, difficilement mesurable) ; 4-5, de même forme et de même grandeur, sont séparés ; il reste deux chromosomes très différents et dont l'un, le 3, est certainement beaucoup plus grand que l'autre.

Deux. plaque : (ph. 2, D. 2) l'appariement est plus difficile et sujet à caution ; 1 et 4 ont la même constriction mais l'un est étendu et l'autre plié ; ils ne sont pas de même grandeur ; 1 pourrait s'apparier avec 3, mais 2 n'aurait pas de partenaire ; dans ce cas, on aurait 4-5 qui se ressemblent assez comme forme et grandeur et sont proches ; mais alors 10 doit s'apparier avec un chromosome éloigné ; 6 et 13 qui sont proches paraissent semblables sur photo, mais l'un d'eux a un satellite, et après mesure semble plus petit ; 13 peut s'homologuer à 10 comme ayant un satellite, mais ils sont très éloignés ; 7 qui est scindé, peut s'apparier avec 12 qui est de forme semblable mais aussi avec 8 ou 9 qui lui sont proches ; 9 qui a une forme bizarre, est très difficilement mesurable ; il est proche de 14 mais peut-être est-il l'homologue de 2, au fond, toutes les combinaisons sont permises.

Trois. plaque : (ph. 3, D. 3) le 1 est beaucoup plus long que tous ses voisins ; on pourrait, à la rigueur, l'apparier à 4 d'après la forme et la proximité ; 2-3 ne sont pas facilement mesurables : ils ont des formes bizarres ; la zone claire de 3 peut être l'homologue des filaments terminés par les satellites en 2, mais 6 a aussi cette aire plus claire et a, en photo, mêmes dimensions que 3 ; 5 est plus proche de 9, mais celui-ci est beaucoup plus semblable à 10, lequel se rapproche de 6 ; il y a si peu de différences dans les dimensions que celles-ci ne peuvent nous guider ; 7 et 8 se touchent et ont mêmes dimensions, mais sont tellement différents comme aspect. 11, qui est un chromosome à satellite, peut-il s'apparier avec 12 qui lui est proche ? 13 et 14 sont petits, rapprochés mais très dissemblables.

Quatr. plaque : (ph. 4, D. 4) le plus petit chromosome n'a aucun correspondant, ni en forme ni en longueur, si bien que toutes les combinaisons laissent pour compte un grand chromosome s'appariant avec le plus petit ; les couples qui paraissent logiques sont 5-6, 10-12, 11-13 ; il reste à former quatre paires ; trois chromosomes ont des satellites : ce sont 1, 2, 14 ; si on assemble 1-3, 2-7, 6-8, on homologue des chromosomes dont l'un a un satellite et l'autre pas : 1-3, 2-7 ; il reste 4 et 14 qui ne sont certainement pas homologues ; si l'on unit 1 et 2 qui ont un satellite et 3-4 qui ont même forme, il reste 7 et 14.

Cinqu. plaque : (D. 5) certains chromosomes s'apparient avec certitude : ce sont 11-12 et 13-14 ; pour les autres, on peut admettre un appariement d'après la grandeur et la proximité, quoique les formes soient bien variables ; on aurait 1-2, 3-4 5-6, 7-8, 9-10.

Six. plaque : (ph. 6, D. 6) les deux plus grands chromosomes ont un satellite bien marqué, mais ils n'ont pas même forme et se trouvent aux extrémités opposées de la plaque ; il semble logique de les apparier ; les mesures ont été spécialement

difficiles à faire pour 10, 12, 13, 14 et on ne peut en tenir compte dans l'appariement ; on pourrait homologuer 3-5, 6-7, 8-13, 11-12 ; il reste alors 4, 9, 10, 14 qui sont bien différents les uns des autres.

Sept. plaque : (ph. 7) ceux qui s'apparient bien sont : 2-4, 6-7, 8-9 ; pour les autres, ceux qui sont proches sont dissemblables en forme ou en grandeur ; plusieurs, d'ailleurs, sont difficilement mesurables : 1, 10, 12, 13, 14.

Huit. plaque : (ph. 9, D. 9) encore une fois, le 1 est incontestablement plus grand que tous les autres ; faut-il l'apparier avec 2 ou avec 3 qui lui sont tous les deux proches ? plusieurs ont des formes anormales et il est difficile de trouver avec certitude des homologies.

Neuv. plaque : (ph. 10) il devient de plus en plus difficile d'homologuer les chromosomes ; un seul, le 4 a un satellite ; il a même allure que le 6 où une constriction semble se dessiner, mais il en est très éloigné ; quant aux autres, il faut trop d'imagination pour les apparier.

Dix. plaque : (ph. 11, D. 11) ici, on est encore plus perplexe ; certains chromosomes sont de formes semblables et de dimensions similaires : 8, 10, 11, mais éloignés les uns des autres ; 7 et 14 ont des formes inattendues ; 2 et 12 sont droits mais de grandeurs fort différentes.

S'il y a des cas où des chromosomes rapprochés ont même forme et approximativement même longueur, ce n'est pas du tout général et toute classification faite dans ce sens est uniquement subjective ; nous ne trouvons réellement aucune concordance dans la forme ni dans la position des chromosomes. Par exception, nous avons trouvé, parmi les centaines de métaphases que nous avons observées, une plaque (D. 12 et 13) dont les chromosomes peuvent s'homologuer de façon presque parfaite et dont les formes se retrouvent dans les anaphases : deux très longs chromosomes ayant un début de courbure au 1/3 de leur longueur, deux chromosomes en V (c'est la seule fois que nous les avons observés en métaphase), deux chromosomes ayant une constriction subterminale, quatre chromosomes montrant une extrémité géminée et s'appariant deux à deux d'après la position et la longueur ; les quatre derniers sont moins caractéristiques : on peut mettre les deux plus longs ensemble ; il est à remarquer que deux chromosomes homologues ne sont pas nécessairement proches, si bien que ce cas caractéristique ne peut servir d'aide pour déchiffrer les autres.

La position de la constriction primaire étant considérée comme un caractère stable aurait pu donner des indications, mais elle n'est pas décelable en métaphase, même après la réaction de Feulgen : dans quelques rares cas, l'attache fusoriale est marquée par un trait clair dans le chromosome, mais nous ne l'avons observée que très rarement (2 fois sur 15 métaphases) et pour un ou deux chromosomes du groupe seulement.

En conclusion, il nous a été impossible de dessiner avec certitude l'idiogramme de Pisum, en métaphase.

Nous avons également observé des anaphases. Il est ici exceptionnel de pouvoir repérer avec exactitude les 14 chromosomes ; les cas les plus favorables à l'étude sont les tout premiers stades d'anaphases en vue polaire et les stades moyens des grandes cellules dans les coupes longitudinales. Si la longueur proportionnelle des chromosomes anaphasiques reste très variable, il est plus facile de déterminer ici la constriction primaire, surtout grâce aux courbures. D'autre part, certaines formes caractéristiques se retrouvent fort souvent.

L'étude d'une anaphase complète, en coupe longitudinale (D. 14), spécialement favorable, nous a donné, à l'un des pôles :

a) un chromosome de 5,6 μ (1), vu de profil et dont les bras sont dans les proportions de 1 à 2 ; un autre chromosome vu de face avec le long bras identique, mais le court bras semblant certainement plus petit (2) ;

b) deux chromosomes de 4,7 μ (3-4) dont les bras sont égaux ; leur forme en V est très caractéristique ;

c) deux chromosomes de 4,7 μ (5) et 4,4 μ (6) dont la constriction est subterminale et l'un des bras globuleux ; c'est une forme également facilement repérable.

d) deux chromosomes de 4,4 μ (7) et 4,1 μ (8) dont les bras sont dans les proportions de 2,5 à 1 ;

e) un chromosome de 3,7 μ (9) et un de 3,5 μ (10) dont les bras sont approximativement à angle droit et dans les proportions de 3 à 4 ;

f) deux chromosomes de 2,5 μ (11-12) à constriction subterminale ;

g) deux chromosomes de 2,5 et 1,8 μ dont la constriction est fort peu marquée (13-14).

A l'autre pôle de la figure, on retrouve les grands chromosomes 1 et 2 ainsi que les chromosomes en V ; le 3 est en face du 5 du pôle supérieur et est certainement son homologue quoique n'ayant pas la même longueur ; pour les autres, l'homologation devient difficile aussi bien pour les apparier entre eux que pour trouver leur correspondant à l'autre pôle ; on peut d'après les longueurs mettre 6 avec 3, puis 7-8, 9-10, 11-12, 13-14 ; mais il n'y a là aucune certitude.

Nous étudierons une deuxième anaphase (Ph. 8), observée cette fois en vue polaire et dont les chromosomes sont en moyenne distants de 4 μ ; la coupe étant légèrement en biais, les chromosomes ont été ramenés dans un plan, partie dans la plaque supérieure, partie dans la plaque inférieure, si bien que dans l'ensemble ils sont tous mesurables avec une assez bonne approximation.

Nous observons :

deux chromosomes de 5,5 μ dont les deux bras sont dans les proportions de 2 à 1 ; ils peuvent correspondre aux plus grands chromosomes de l'anaphase précédente (1-2) ;

deux chromosomes à bras égaux mais plus petits que précédemment : 3,8 μ (12-13) ;

deux chromosomes dont l'un des bras, dans le plan de la coupe, mesure 2,7 μ ; l'autre perpendiculaire, est difficilement mesurable ; il a environ 2 μ (5-6) ; ils ont normalement une forme en épingle et sont peut-être les correspondants des 5 et 6 de l'anaphase précédente ;

un chromosome de 5 μ et un de 4,8 μ dont les bras sont mal délimités ; peut-être sont-ils les chromosomes à constriction subterminale (4-7) ;

un chromosome de 5,3 μ qui est droit dans les deux plaques et chez lequel aucune constriction n'est décelable (3) ;

deux chromosomes de 4,5 μ dont la constriction bien marquée délimite des bras de 3 μ et 1,5 μ (8-9) ;

un chromosome de 4,5 μ n'ayant de courbure dans aucune des deux plaques, mais présentant une constriction subterminale (10) ;

un chromosome de 4,4 μ présentant deux bras ayant respectivement 3,5 et 1,9 μ (11) ;

un chromosome de 3,3 μ presque à plat dans le champ, mais marqué plus ou moins par deux constrictions (14).

Si certains de ces chromosomes forment certainement des paires, d'autres s'homologuent très difficilement. Il est à remarquer que les chromosomes de cette anaphase ne se comparent que difficilement à ceux de l'anaphase précédente et pour la forme et pour les dimensions ; la première anaphase décrite est plus avancée et cependant les chromosomes y sont en général plus courts sans qu'il y ait de proportionnalité.

Dans l'ensemble des anaphases observées, nous retrouvons très souvent le chromosome en V caractéristique, le plus facilement repérable et le chromosome à constriction subterminale ainsi qu'un grand chromosome dont les branches sont dans le rapport de 1 à 2 ; d'autre part, des formes n'existant pas dans les deux anaphases étudiées se trouvent assez couramment notamment un grand chromosome dont les branches, dans le rapport de 4 à 1, sont souvent à angle droit et un autre grand chromosome portant un satellite et dont les bras sont dans le rapport de 3 à 1. Ces observations permettraient de conclure que la longueur relative des bras n'est pas constante.

Certains chromosomes montrent des constrictions secondaires et possèdent ce qu'on est convenu d'appeler des satellites.

Dans les métakinèses, nous n'en avons observé que rarement. Dans les métaphases, une constriction secondaire apparaît parfois dans le plus grand ou les deux plus grands chromosomes, dans ces cas rares, dans un chromosome moyen (7 grands et deux moyens sur les dix métaphases décrites précédemment). Dans les anaphases, il est très courant d'observer des satellites quoique la chose soit loin d'être constante. Parfois, il y a une simple constriction, parfois le satellite est rattaché au corps du chromosome par un long filament. Les satellites sont portés par les grands chromosomes et par les chromosomes moyens, mais jamais par les chromosomes en V, ni par les petits chromosomes.

Nos observations de frottis semblent infirmer que le nombre de satellites soit constant. Dans aucun cas, nous n'avons observé plus de 4 chromosomes à satellites ; mais il est rare que les 4 soient présents et beaucoup d'anaphases n'en comptent pas du tout. On les observe spécialement dans les longues cellules, quand l'écartement anaphasique est assez prononcé ; lorsque le tassement polaire commence, on ne les observe plus.

Discussion des résultats.

Pisum sativum a fait l'objet de nombreuses études au point de vue génétique et nous trouvons, dans la littérature, une quantité de travaux relatifs aux chromosomes méïotiques ; cependant, peu d'auteurs se sont intéressés à la mitose somatique chez cette espèce.

Strasburger, en 1907, fait une étude assez approfondie de plaques métaphasiques du périblème et du plérome ; il dessine intentionnellement de nombreuses plaques pour montrer leur grande variabilité d'aspect. « Ich habe mit Absicht eine grössere Zahl von Kernplatten der Erbsenwurzel hier gezeichnet, damit sie ein Bild der möglichen Verschiedenheiten gewähren ». Pour lui, on ne peut ici se baser sur la grandeur pour accoupler les chromosomes, mais on doit tabler sur leur position relative. Il décrit minutieusement 8 plaques ; il fait remarquer que dans la plupart des cas, la moitié des chromosomes seulement s'apparient avec certitude, que dans certains cas la position n'est pas un critère suffisant, qu'il faut choisir d'autres caractères et que souvent, il y a doute sur l'appariement.

Dowbrowskaja (1924) publie, en russe, un travail assez étendu sur la division végétative de Pisum, mais dont malheureusement, nous n'avons pu utiliser que le résumé français. Elle remarque que les plaques laissent voir le caractère géminé des chromosomes et que ceux-ci paraissent parfois avoir une extrémité à deux têtes ; quelques chromosomes sont clairement segmentés en deux ou trois parties et deux chromosomes géminés possèdent des satellites, lesquels apparaissent à tous les stades de division. L'auteur estime que la forme des chromosomes chez les différentes races de pois reste constante.

Winge (1925) confirme que le nombre haploïde des chromosomes chez *Pisum* est de 7, mais ne décrit pas les mitoses.

Wellensiek (1925), dans des pointes de racines de pois turc, observe des chromosomes montrant, soit une extrémité élargie, soit une scission partielle ; il considère ce phénomène comme anormal et représente une plaque dont un seul chromosome a une extrémité divisée.

Pour Heitz (1926) on peut, chez *Pisum*, reconnaître les différences de taille et de grandeur entre les chromosomes et ultérieurement la scission ; il ne donne aucune autre précision. Dans son dessin, la plupart des chromosomes sont divisés, au moins aux extrémités ; ils ne portent pas de satellites.

Kawakami (1930) dessine une plaque métaphasique ne montrant ni tête élargie, ni chromosome géminé, ni satellite ; les chromosomes sont tous relativement longs

et ne présentent aucune caractéristique. Aucune description n'accompagne la figure.

Marshak (1931) fournit la description la plus complète des divisions somatiques chez Pisum. Il a étudié de nombreuses variétés et admet qu'il n'y a pas de différences cytologiques entre elles. Pour lui, les longueurs relatives des chromosomes sont facilement reconnaissables et sont approximativement 4,4 — 4,0 — 3,3 — 2,8 — 2,5 — 1,7 — 1,0. Il décrit minutieusement chaque paire de chromosomes, par ordre de grandeur décroissante :

le premier chromosome porte une constriction primaire à peu près médiane, la portion la plus courte pourvue d'une constriction secondaire ; le segment distal est plus court que les autres ségments du même chromosome mais plus long que le segment distal des autres chromosomes ;

le deuxième a des bras inégaux et une constriction secondaire à chaque bras ;

le troisième a des bras inégaux et une constriction secondaire au plus long segment;

le quatrième est aussi divisé en long et court segment, sans constriction secondaire ;

le cinquième a de nouveau la constriction secondaire sur le plus court segment ; le sixième a une constriction subterminale qui apparaît comme primaire ; il a de plus des aires achromatiques qui dans certains cas apparaissent comme des constrictions secondaires ;

le septième a les bras dans le rapport de 2 à 3 et est sans constriction secondaire.

D'autre part, Marshak identifie les chromosomes méiotiques avec les chromosomes somatiques.

Cooper (1937) dans une vue polaire d'une plaque équatoriale d'une pointe de racine, montre 2 chromosomes à satellites ; il considère que les chromosomes sont minces et variables en longueur, pliés au point d'insertion au fuseau et montrant des bras d'inégale grandeur.

La plupart des auteurs cités ne donnent pas de description des chromosomes métaphasiques et si nous superposons leurs dessins, il n'y a correspondance ni dans la grandeur, ni dans la forme, ni dans le nombre des satellites, alors que presque tous admettent que toutes les variétés de Pisum ont le même idiogramme.

Marshak seul apporte la description détaillée des 7 paires de chromosomes ; malheureusement, ses résultats ne concordent nullement avec nos observations ; pour lui, les longueurs varient entre 4,4 et 1, tandis que nous trouvons des rapports variables qui vont de 1,5 à 3,8 pour les dix mesures faites. D'autre part, cet auteur parvient à déterminer la position des constrictions primaires et secondaires à tous les stades, alors que nous ne trouvons des indications à ce sujet qu'en anaphase ; comme il ne donne pas la proportion des bras, il est difficile d'essayer d'établir à ce point de vue un parallèle entre ses observations et les nôtres. Cependant, l'existence de satellites pourrait être un point de repère ; il trouve de façon certaine 4 chromosomes à satellites alors que nous n'en avons vu au plus que deux. Des divergences aussi grandes pourraient-elles être imputées aux techniques employées ?

Nos observations confirment plutôt les vues de STRASBURGER qui admet une grande variabilité des chromosomes métaphasiques de Pisum et qui se trouve dans l'impossibilité de les apparier avec certitude.

CONCLUSION.

Les chromosomes de *Pisum sativum*, variété « Unica » présentent une grande variabilité, surtout en métaphase.

Le raccourcissement métaphasique n'est pas synchronique.

Les constrictions primaires sont malaisées à discerner.

Des constrictions secondaires existent, mais ne semblent pas constantes ; elles ne peuvent, par conséquent, servir de critère caractéristique des chromosomes.

Université libre de Bruxelles,
Jardin expérimental JEAN MASSART.

BIBLIOGRAPHIE

COOPER, G. O. 1937. Cytological investigation of *Pisum sativum*. *Bot. Gaz.* 99, p. 585.

DANGEARD, P., 1941. Sur les différences de taille entre chromosomes appartenant à différents tissus dans la plantule de Pin maritime. *C. R. Soc. Biol.* 135, p. 581.

DARLINGTON, C. D., 1929. Chromosome behaviour and structural hybridity in the Tradescantiae, *J. Genet.* 21, p. 207-286.

— 1936. The external mecanics of the chromosomes. *Proc. roy. soc. Lond* B. 121. p. 264-319.

— 1937. Chromosome behaviour and structural hybridity in the Tradescantiae II. *J. Genet.* 35, p. 259-280.

DOMBROWSKAJA, 1924. Sur la division végétative du noyau dans les cellules de la racine de quelques races de pois. *J. Soc. bot.* Russie, 9, p. 152.

HEITZ, 1926. Der Nachweis der Chromosomen. *Zeitschrift fur Bot.*, 18, p. 625.

KAWAKAMI, 1930. Chromosomes in Leguminosae. *Bot. Mag. Tokyo*, 44, p. 318.

MARSHAK, 1931. The morphology of the chromosomes of *Pisum sativum*. *Cytologia* 2.

SAX, K., 1937. Chromosome behaviour and nuclear development in *Tradescantia*. *Genetics*, 22, p. 523-533.

UPCOTT, M., 1939. Abnormal mitosis in the pollen grain. *Chromosoma*, I, p. 178-190.

STRASBURGER, 1907. Uber die Individualität der Chromosomen, *Jahrb. wiss. Bot.*, 44, p. 491.

WELLENZIEK, 1925. *Pisum* Crosses I. *Genetica* VII, p. II.

WINGE, 1925. Contribution to knowlegde of chromosome number in plants. *Cellule*, 35, p. 311.

LÉGENDE DES FIGURES

Photographies (Ph.)

1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11 : plaques équatoriales appartenant toutes au périblème d'une même racine et représentant des aspects différents.

8 : début d'anaphase en vue polaire ; les chromosomes supérieurs seuls sont visibles.

Dessins (D.)

1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11 : figuration des chromosomes appartenant aux plaques correspondantes photographiées.

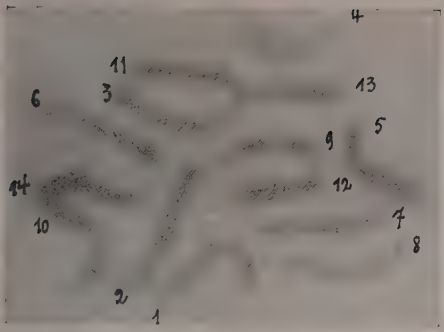
12 : figuration in situ d'une plaque équatoriale appartenant à une autre racine et montrant un appariement presque parfait des chromosomes.

13 : chromosomes de la même plaque isolés et appariés.

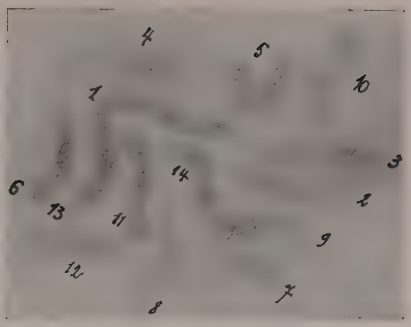
14 : chromosomes en anaphase.

15 : figuration in situ des chromosomes dessinés en 14.

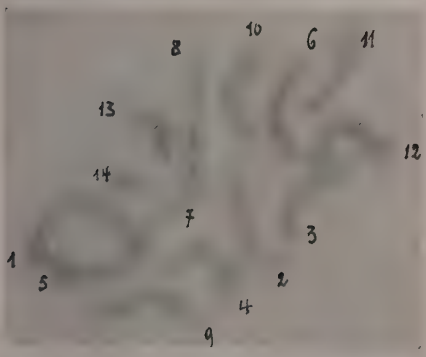
N. B. Fig. 5, faire abstraction de la tache noire figurant à la droite du chromosome 7.



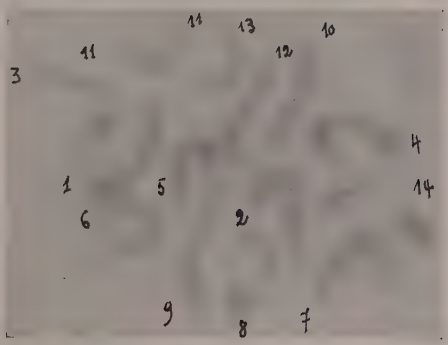
1



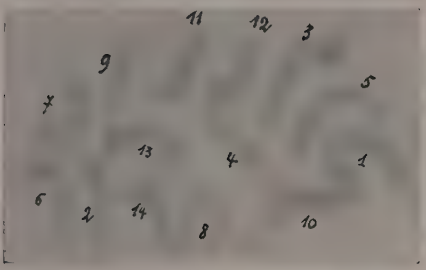
2



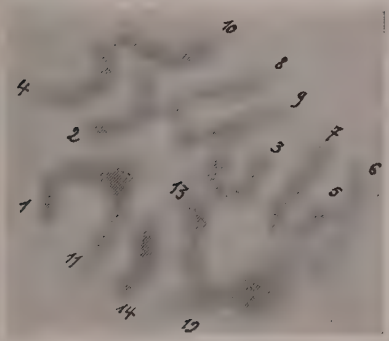
3



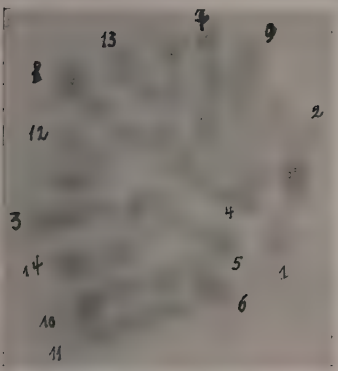
4



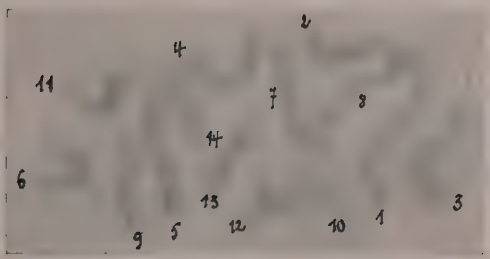
6



7

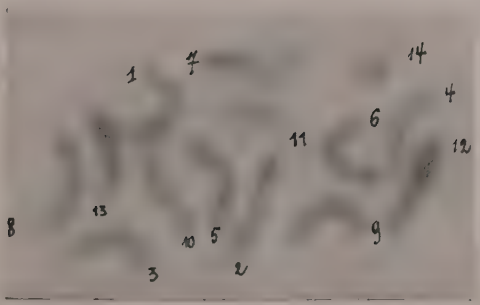


8



9

10



11

1
2
3
4

5
6
9
11

12

15

13

14

SÉANCE DU 12 OCTOBRE 1941

Présidence de M. P. VAN OYE, président.

La séance est ouverte à 14 h. 30.

Sont présents : M. Automne, Mlle Balle, MM. Beeli, Castagne, Demaret, De Wildeman, Duvigneaud, Ferrand, Mlle Fritsché, MM. Hauman, Heinemann, Homès, le Rév. Abbé Jungers, MM. Kufferath, Léonard, M. et Mme Marlier, MM. Matagne, Panneels, Persy, Symoens, Toussaint, E. Van Aerdschot, Vanden Berghen, Van Hoeter, van Oye, Van Meel, Mlle Van Schoor et le Secrétaire.

Se sont fait excuser : MM. Bouillenne, Charlet, Conard, Evens et Cornil.

M. le Président rend hommage à la mémoire de Paul Van Aerdschot, décédé le 15 juin dernier.

M. P. Van Aerdschot fut pendant plus de vingt ans le dévoué et actif trésorier-bibliothécaire de notre Société.

Entré en 1876, à l'âge de douze ans, au service du Jardin botanique de Bruxelles, il y était nommé préparateur en 1881 et bibliothécaire en 1898, fonctions qu'il reprit brillamment jusqu'en 1929, époque à laquelle il prenait sa retraite après 52 ans de service.

Tant dans ses fonctions officielles au Jardin Botanique que dans celles relevant de notre Société, M. Paul Van Aerdschot déploya d'une intelligence, d'un esprit d'initiative remarquables et fit bientôt des bibliothèques de ces deux institutions, des modèles du genre.

On doit aussi à Paul Van Aerdschot la publication de répertoires annuels des publications botaniques et des botanistes belges, outils très précieux pour les chercheurs.

Paul Van Aerdschot a ainsi, au cours d'une belle et longue carrière grandement mérité des botanistes qui lui conserveront un reconnaissant souvenir.

M. le Président fait part du don effectué par M. L. Verhulst d'un manuscrit intitulé : « Sur la Flore du Bas-Luxembourg » laissé par son père M. A. Verhulst, ancien membre de la société et l'un des meilleurs connaisseurs de la Flore de cette région du pays.

L'assemblée entend ensuite les communications suivantes :

L. Van Meel. — Essai sur la végétation algologique des eaux poldériennes (voir ce Bulletin, p. 128).

M. Ferrand. — Observations sur les variations de la concentration du latex *in situ* chez *Hevea brasiliensis* par la microméthode de la goutte.

La méthode dont il est question ici pour déterminer la concentration du latex dans les plantes est propre à l'auteur et a déjà été exposée par lui dans *Acta Biologica Belgica* 1941, 1, p. 193. Elle permet pour chaque détermination de travailler sur une ou deux gouttes de latex obtenues par piqûre de l'écorce de la plante. Contrairement à ce qui se passe lorsque l'on recueille une grande quantité de latex par incision de l'écorce, on obtient par la microméthode de la goutte, le produit tel qu'il existe dans les vaisseaux laticifères ou tout au moins, modifié au minimum.

L'auteur a étudié par cette méthode, les variations de la concentration du latex chez *Hevea brasiliensis*, selon l'âge de l'écorce dans un même individu, selon l'âge des individus, selon l'état végétatif (arbres en hivernage), selon l'orientation de l'écorce, selon l'intensité de l'insolation aux différentes heures du jour et selon les circonstances météorologiques. Il a étudié aussi la spécificité de la concentration du latex et un cas d'hérédité de cette concentration.

Il est arrivé aux principales conclusions suivantes :

a) Les arbres en hivernage ne présentent pas de modifications de la concentration du latex in situ ;

b) En moyenne, la concentration du latex in situ est plus élevée chez les sujets âgés (10 ans ou plus), mais les différences individuelles sont beaucoup plus grandes que les différnces selon l'âge.

c) L'âge de l'écorce n'influence pas la concentration.

d) La concentration varie très fortement selon les circonstances météorologiques (33 à 55% par exemple), mais la concentration n'en reste pas moins un caractère héréditaire de lignée.

e) L'intensité de l'insolation subie par la couronne des arbres joue un rôle déterminant dans les modifications de la concentration du latex.

f) Au cours d'une même journée très uniformément ensoleillée, il y a dilution du latex au milieu du jour, moment où le soleil est le plus ardent ; la nuit il y a réconcentration du latex ;

g) Le temps couvert, frais, humide, de même que le brouillard intense provoque une forte reconcentration du latex ;

h) Un tronc d'arbre resté bien sain mais privé de sa couronne par recêpage depuis plus d'un mois, ne modifie plus la concentration de son latex à la suite des circonstances météorologiques signalées en *g*).

D'une manière générale, l'auteur constate que *les circonstances défavorables aux activités physiologiques du végétal augmentent la concentration du latex* (obscurité, temps couvert, brouillard).

Au contraire, *les circonstances favorables diminuent cette concentration* (chaleur, forte luminosité).

Le latex ne semble pas du tout se comporter comme une substance de déchet, mais au contraire comme une solution colloïdale participant au métabolisme de la plante. Enfin, des différences variables selon les indivivdus entre la concentration du latex in situ

et la concentration du latex récolté par la saignée industrielle, font prévoir dans certains cas une sensibilité plus grande de certains individus ou de certains clones de greffes à la maladie du brunissement de l'écorce.

Le travail *in extenso* est paru dans les Publications de l'Inéac, 14, rue aux Laines, à Bruxelles, Série Scientifique, n° 22.

MM. P. Duvigneaud, C. Vanden Berghen et P. Heinemann. — A propos de la disparition d'un site naturel. — Le marais de Bergh et sa flore (voir ce Bulletin, p. 139).

M^lle E. Fritsché. — Éthologie de *Crocus* (suite) (voir ce Bulletin, p. 154).

La séance est levée à 17 heures.

ESSAI SUR LA VÉGÉTATION ALGOLOGIQUE DU DISTRICT POLDÉRIEN DES DEUX RIVES DE L'ESCAUT

par L. I. J. VAN MEEL

Malgré les récoltes de CONRAD-KUFFERATH, DE WILDEMAN et VAN HEURCK, les contrées riveraines de l'Escaut, connues sous les noms de « *Polders* » et de « *Pays de Waes* » ne furent explorées jusqu'ici que très imparfaitement au point de vue algologique.

Sept années d'excursions espacées le plus régulièrement possible dans la vallée du Bas-Escaut belge dans les districts poldériens des deux rives me permirent de rassembler une grande quantité d'observations intéressantes dont je désire publier les résultats au double point de vue de la distribution géographique des algues et des facteurs exerçant une influence sur cette répartition (1).

Ce district, étant riche en étangs, canaux et fossés de toutes sortes, devait fournir presque nécessairement une riche moisson. Les prévisions de KUFFERATH à ce sujet se sont complètement réalisées lorsqu'il écrivait que les eaux saumâtres le long de l'Escaut jusqu'au delà d'Anvers forment des habitats très particuliers et que les naturalistes qui explorent l'Escaut auraient certainement l'occasion de trouver des plantes nouvelles.

Le travail présenté aujourd'hui ne pouvait être qu'un premier essai : tout n'a pas été vu et beaucoup de détails doivent encore être examinés dans les années à venir.

Il est d'ailleurs à souhaiter que des recherches analogues au point de vue des mousses, des hépatiques et des Cryptogames vasculaires soient élaborées, car dans presque tous ces domaines on ignore à peu près complètement où l'on en est à l'heure actuelle.

Il en est de même de la flore mycologique pour laquelle il y a encore beaucoup à faire.

(1) Le manuscrit de ce travail était terminé lorsque le sécrétaire de la Société me signala la réduction imposée du nombre de pages. Le lecteur voudra bien excuser la brièveté forcée de cet exposé ; j'espère pouvoir publier plus tard le texte complet de l'Étude sur les Polders.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 12 octobre 1941.

Je n'ai pas envisagé l'étude des algues aériennes et sub-aériennes, ces espèces demandant des méthodes d'investigation quelque peu différentes.

Je n'ai pas non plus étudié les formations passagères qui sont beaucoup moins intéressantes au point de vue adopté.

Nous allons passer en revue, le plus succinctement possible quelques généralités sur les polders, les eaux, la végétation phanérogamique des eaux, la végétation algologique, la périodicité des algues phytoplanctoniques et ce que nous savons actuellement au sujet des associations d'algues.

Les polders maritimes se rencontrent au Nord d'Anvers sur les deux rives du fleuve depuis la frontière néerlandaise jusqu'aux environs de Calloo, plus bas ce sont les polders argileux et les alluvions fluviales qui s'étendent le long de l'Escaut.

Ce qui frappe à première vue est le grand nombre de bras de rivières, de canaux et d'étangs caractéristiques.

Les étangs ont une origine imputable dans de nombreux cas aux ruptures de digues fluviales.

En effet, l'établissement de ces dernières a rencontré énormément de difficultés et l'histoire a dû enregistrer des ruptures calamiteuses.

Ces ruptures, dont certaines ont eu pour conséquence l'inondation de plusieurs polders pendant des années consécutives, ont creusé à maints endroits ces étangs étendus aux contours capricieux, d'une grande richesse au point de vue végétal.

Le sol renferme partout de notables quantités d'argile que l'on retrouve dans le sous-sol sous forme d'assises considérables, de là une imperméabilité presque complète aux eaux de pluie ; celles-ci demeurent dans le moindre trou ou pli du terrain et forment les mares étendues que nous connaissons.

A la fin de l'automne et aux époques des fortes précipitations atmosphériques certains endroits sont même tellement marécageux ou submergés qu'ils deviennent inaccessibles.

Cet état de choses a donné lieu à l'établissement d'un réseau parfois inextricable de ruisseaux, fossés de drainage et de petits canaux servant à l'évacuation des eaux pluviales vers le fleuve.

Progressivement ces cours d'eau ont été envahis par une végétation particulièrement dense, uniforme et quelque peu monotone.

Les eaux ont une allure calme et paisible qui favorise le développement prodigieux de la végétation vasculaire.

Les canaux d'évacuation aboutissent parfois à une ou plusieurs cuvettes plus ou moins étendues, qui servent à retenir le trop plein des eaux en attendant leur évacuation à marée basse.

Un fait sur lequel je désire attirer l'attention, est l'établissement d'un courant d'eau plus salée, à marée haute, du fleuve vers l'intérieur du Polder, temporairement bien entendu, pour des raisons diverses : telles l'état défectueux ou non étanche des éclusettes, le niveau trop bas du Polder, de sorte que dans certains cas la flore algologique en subit nécessairement l'influence.

Les étangs sont souvent, eux aussi, en communication directe ou indirecte, régulière ou irrégulière, avec le fleuve et *peuvent* recevoir ainsi des eaux plus ou moins salées.

Il arrive assez fréquemment que les communications qui existèrent autrefois furent comblées au cours des temps, laissant les étangs isolés avec une salure plus ou moins haute : le dessalement est dès lors devenu impossible.

La salure la plus haute correspond alors à l'époque d'évaporation la plus intense, tandis qu'elle est minime lorsque les précipitations atmosphériques sont abondantes.

Plus encore que dans un travail de géobotanique des plantes vasculaires, il nous faut tenir compte des états atmosphériques, puisque ce sont eux qui règlent l'évolution des masses aquatiques au sein desquelles les espèces accomplissent leur cycle vital.

Pendant les excursions j'ai toujours soigneusement noté la température de l'air et de l'eau examinée, le degré d'humidité relative, la pression barométrique, me basant pour la pluviométrie sur les chiffres publiés dans le Bulletin météorologique de l'Institut Météorologique d'Uccle.

Les eaux provenant de l'intérieur du pays sont dues aux précipitations atmosphériques, les autres à des ruptures de digues, à des dérivations naturelles ou artificielles qui ont laissé des eaux stagnantes dans d'immenses étangs avec ou non une évacuation vers le fleuve ; d'autres encore, surtout en aval d'Anvers, sont des anciens marigots ou bras de fleuve endigués au début du XV^{e} siècle et qui étaient navigables avant cette époque.

Comme exemple typique de dérivation naturelle, je cite le Vieil-Escaut à Bornhem ; la Durme a été rectifiée il y a quelques années et a laissé des méandres abandonnés entre Hamme et Waesmunster. Par contre, le Melkader (Veine lactée) à Calloo et le Grand Gat à Doel sont sans aucun doute des anciens marigots endigués.

La composition des eaux varie de saison en saison d'après les périodes de pluie ou d'évaporation. On peut les ranger en deux grandes catégories : les eaux saumâtres et les eaux douces.

Les eaux saumatres.

Sans posséder un degré de salinité particulièrement élevé, certaines eaux présentent cependant une teneur en Chlore très appréciable et suffisante pour conférer à l'aspect de la végétation algologique un caractère saumâtre très marqué.

Bien qu'il soit assez difficile de se rendre exactement compte de leur évolution complète dans le cycle annuel, on peut dire cependant que la plupart des eaux peuvent être rangées parmi le type oligohalin (0.1 à 1.0 g.‰) et le type mésohalin (1.0 à 5.0 g.‰) et que dans de rares cas seulement la teneur en Chlore atteint les valeurs du type B. mésohalin (5.0 à 10.0 g.‰).

Un exemple typique de ce dernier cas est certainement donné par les eaux des anciennes fortifications de Lillo.

Dates	t°	Cl en gr. ·/..
31. 3.40	6°5	1,06
21. 7.40	16°0	5,53
15. 9.40	13°8	7,38 — 8,94
15.12.40	1°5	2,81

Dans les cas particuliers qui nous occupent, les facteurs influençant la salinité sont assez complexes : rares sont les étangs qui n'ont pas au moins une communication indirecte sinon directe avec le fleuve : la plupart d'entre eux évacuent le trop plein de leurs eaux à marée basse, mais peuvent par contre recevoir un apport d'eau salée à marée haute, lorsque le flux provoque des infiltrations vers l'intérieur du pays.

Les deux tables montrent clairement les différences de concentration entre les eaux intérieures et le point de contact avec le fleuve en amont et en aval d'Anvers.

Dates	t°		Cl en gr. ·/..	
			Etang	Eclusette
		Aval d'Anvers.		
31.3.40	10°	Groot Gat	0,562	0,596
31.3.40	10°	Olifant Hoeve	0,464	1,094
10.3.40	4°5	Moerekreek	0,165	0,251
14.4.40	7°	Melkader	0,162	0,265
13.8.40	20°	Melkader	4,165	4,740
		Amont d'Anvers.		
2.5.40	12°	Crique à Cruybeke	0,066	0,165
15.6.40	22°	»	0,132	0,497
16.6.40	21°5	Galgenweel	0,556	1,325
23.6.40	22°	Vieil-Escaut	0,100	0,132
7.7.40	22°	Crique à Cruybeke	0,132	0,265
12.8.40	27°	Galgenweel	0,328	1,491
12.8.40	17°	Crique à Cruybeke	0,344	1,856
1.9.40	16°	Vieil-Escaut	0,165	0,244
14.9.41	17°5	Overmeire étang.	0,0896	0,1344

On peut donc dire qu'en général la salinité est plus forte près du fleuve qu'à l'intérieur du pays, qu'elle est la moins forte au printemps et en automne lorsque les précipitations atmosphériques abondantes diluent les masses aquatiques, tandis

que la baisse du niveau à l'époque de l'évaporation intense durant la période estivale provoque une salure beaucoup plus élevée.

Il arrive aussi que le niveau ayant fortement baissé, pendant les grandes chaleurs, les riverains des étangs préconisent une alimentation au moyen de l'eau du fleuve : il y a ainsi un apport supplémentaire de sel qui contribue à augmenter la salure déjà existante.

Les eaux douces.

Toutes les eaux douces du district sont du type eutrophe. Riches en chaux et en phytoplancton, elles ont une teinte verdâtre à jaunâtre caractéristique en été, surtout aux époques des fleurs d'eau, et sont rarement claires et transparentes, si ce n'est en hiver.

La teneur en chaux est relativement élevée : à certaines époques de l'année les Characées, Potamées, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum* en sont même fortement incrustées.

Ces eaux enfermées dans des cuvettes dont les bords et le fond sont constitués par des terrains fortement argileux renferment une notable quantité de silice. La sédimentation est très forte et la boue est constituée par un « *Faulschlamm* » caractéristique.

Je poursuis actuellement des recherches sur le chimisme complet : sur les teneurs en Ca, en matières organiques, en CO^2 et en Oxygène de manière à connaître exactement le milieu.

Etang.	Limites de pH observées jusqu'ici.
Kragenwiel	7,0-7,7
Crique à Cruybeke	7,5-8,5
Crique à Rupelmonde	7,0-8,5
Galgenweel	8,0-9,0
Lillo fortin	8,0-9,0
Bunt à Hamme	8,0-8,5
Vieil-Escaut	7,2-8,0
Vieille Durme	9,0
Burght fortin	8,0-8,7
Ste Marie fortin	7,7-9,0
Melkader	7,7-8,5
Grand Gat à Doel	9,0
Liefkenshoek fortin	8,5-9,0
De Spaen	8,7
Maay-Mertens Weel	8,0
Overmeire étang	8,2

La valeur du pH est située dans la zone alcaline et se rapproche plus souvent de 8.5 et 9.0 que de 7.0.

L'eau de l'Escaut oscille entre 9.0 et 7.5 d'après les eaux résiduaires déversées, l'état de la marée et le volume des eaux atmosphériques.

Les eaux saumâtres ont une valeur de pH généralement comprise entre 8.0 et 9.5.

Les eaux des mares et des étangs ont des valeurs de pH comprises entre les limites données par le tableau ci-dessus.

Cette valeur très nettement alcaline du pH permet le développement d'espèces eurytrophes à l'exclusion de presque toutes les desmidiées, sauf en quelques cas très typiques.

On peut en conclure que toutes les espèces phytoplanctoniques du district poldérien sont *eurioniques*.

La végétation phanerogamique.

Il sortirait du cadre de cette communication d'entreprendre une étude complète de la végétation phanérogamique du dictrict poldérien.

Il n'est pas sans intérêt toutefois de situer en larges traits le milieu dans lequel les algues accomplissent leur évolution.

Les eaux poldériennes présentent un aspect plutôt monotone, partout on rencontre environ la même flore aquatique, à quelques exceptions près, mais elle est, par contre, d'une exubérence caractéristique.

Dans la plupart des étangs et des mares se développent les associations ordinaires des lacs eutrophes.

Le *Pleuston* (Schöter 1902) abondamment représenté par Lemna, Wolffia, Hydrocharis, Stratiotes et Riccia.

Les *Limnophytes* (Magnin 1864) comme *Elodea, Nymphea, Nuphar, Batrachium, Polygonum, Limnanthemum,* se développent d'une manière extrêmement intense et envahissent parfois complètement le fond des cuvettes lacustres.

Les *Helophytes* (Warming et Raunkiaer) entourent les étangs et les mares de leurs cordons ininterrompus sur une largeur pouvant atteindre plusieurs mètres et sont représentés par les associations *Caricetum, Phragmitetum* et *Scriptetum.*

C'est surtout le *Phragmitetum* qui joue un rôle prépondérant tant dans les eaux douces que dans les eaux saumâtres non seulement par le support qu'il représente à une multitude d'algues épiphytes que par sa tendance à envahir progressivement toute la cuvette.

Les rives sont presque partout couvertes d'une végétation touffue adaptée aussi bien à une sécheresse prolongée qu'à une inondation intermittante : *Phragmites, Epilobium hirsutum, Typha latifolia* et *angustifolia* y dépassent parfois hauteur d'homme.

C'est aux environs de *Bornhem,* de *Hamme* et de *Rupelmonde* que cette flore se développe dans toute sa splendeur, au Nord d'Anvers elle est beaucoup plus clair-semée.

Sauf en quelques endroits on ne rencontre que *Phragmites* et *Enteromorpha* : les prairies inondables avec leur flore spéciale et des canaux d'évacuation, dont les bords possèdent parfois une flore halophile si l'eau est saumâtre.

La végétation algologique.

Etude systématique des stations.

Il m'est impossible de passer en revue ici les diverses stations visitées au cours de mes herborisations. Je me bornerai à présenter les conclusions principales auxquelles je suis arrivé.

L'examen attentif de nos listes d'algues montre clairement que le phytoplancton de nos eaux poldériennes est constitué presque exclusivement de diatomées, de protococcacées, de quelques flagellates et de rares conjuguées, qui supportent un degré élevé d'eutrophie.

C'est ainsi que des genres comme *Synedra, Asterionella, Diatoma, Tabellaria, Pinnularia, Melosira, Pleurosigma, Cymbella, Gomphonema, Cyclotella, Fragilaria* parmi les diatomées ; *Scenedesmus, Coelastrum, Pediastrum, Actinastrum, Tetraedron, Richteriella* pour ne nommer que quelques protococcacées principales, se rencontrent à peu près partout, alors que *Closterium, Cosmarium* et *Staurastrum* sont rares et ce ne sont que des espèces comme *Closterium accerosum,* qui se rencontre, d'après Redeke, dans des eaux légèrement mésohalines ainsi que dans les grandes rivières et leurs estuaires, *Closterium Leibleinii, Staurastrum paradoxum,* qui supportent l'eau oligolaline, qui sont les seuls représentants du grand groupe des Desmidiées. Je cite à ce sujet les valeurs de pH attribuées par Krieger à *Closterium Leibleinii* et *Closterium acerosum.* Il mentionne 6.7-7.4.

Mes observations permettent d'estimer cette limite comme trop étroite : des mesures de pH de 9.0 ont été fréquemment observées et dans ces cas il ne s'agissait nullement d'une présence fortuite, car on pouvait facilement répérer plusieurs exemplaires dans chaque champ du microscope.

La table suivante montre les maxima et minima obtenus jusqu'ici.

Espèces	pH		t°		Cl'/..	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
			Closterium			
lanceolatum	—	9,0	9°	—	—	0,497
Leibleinii	8,0	9,0	9°	25°8	0,132	6,26
acerosum	7,5	9,0	11°	27°5	0,232	6,26
moniliferum	7,7	8,5	21°5	26°5	0,099	0,556
linea	—	8,5	21°5	—	—	0,556

D'autres espèces sont rares et se rencontrent dans un milieu déterminé, telles

sont par exemple : *Chaetoceros gracilis, Ceratosporus, subtilis, Wighamii* à Calloo ; *Bacillaria paradoxa* à Lillo, à Burght et à Boom ; *Errerella Bornhemiensis, Franceia ovalis, Richteriella botrioïdes, Chodatella brevispina, Attheya Zachariasi* aux environs de Bornhem, *Westella botryoïdes* à Boom.

A Basel, dans la crique de Rupelmonde, j'ai découvert récemment, le 7.9.41, un plancton comprenant entre autres : *Cosmarium tetraophthalmum, Cosmarium praemorsum, Pleurotaenium Trabecula* var. rectum, *Closterium lanceolatum, Closterium moniliferum, Closterium aciculare.*

Un autre fait typique est celui des eaux situées près des éclusettes, là où un canal d'évacuation se jette dans le fleuve.

Là le mouvement de l'eau, l'apport de sel ou le dessalement régulier donnent lieu à l'établissement d'une flore composée presque uniquement de *Coscinodiscus subtilis* en masses considérables, accompagné d'espèces comme : *Scenedesmus obliquus, Asterionella gracillima, Pediastrum* div. sp. (surtout *Duplex, reticulatum*), parfois *Tetraëdron, Phacus* et *Crucigenia,* div. sp.

Coscinodiscus domine de loin toutes les autres espèces et se rencontre au printemps et en été, avec, dans ce dernier cas, une plus grande quantité de Protococcacées comme *Coelastrum, Scenedesmus, Actinastrum, Tetraëdron, Crucigenia, Phacus,* (ce dernier genre étant le plus répandu des *Flagellates*).

Coscinodiscus est très répandu le long du fleuve, il n'est pas de canal ni d'écluse qui n'en renferme une notable quantité. Au Nord d'Anvers cependant il devient plus rare.

Périodicité des algues du plancton.

Il y a moyen de se rendre compte, d'une façon générale, de la périodicité des algues.

Ce que nous avons pu observer correspond assez bien aux données de la littérature, c'est-à-dire que les périodes de basse température favorisent l'évolution des Diatomées, alors que ce sont les Protococcacées qui se développent le mieux à des températures plus élevées.

Je prends comme exemple le phytoplancton du Vieil-Escaut.

C'est un des étangs visités le plus fréquemment. L'évolution approximative du phytoplancton peut se décrire comme suit :

Au mois d'avril, par une température de 15°, on remarque un plancton composé principalement des genres *Synedra, Tabellaria* au sein d'une végétation peu dense de *Synura uvella, Tetraëdron trigonum, Peridinium cinctum, Actinastrum Hantzschii, Scenedesmus quadricauda, obliquus* et *opoliensis.*

Du moment que la température de l'eau dépasse 20°, on voit apparaître un complexe comprenant surtout des Protococcacées : *Scenedesmus, Pediastrum, Tetrastrum multisetum, Ankistrodesmus falcatus, Coelastrum microporum, Crucigenia quadrata, Actinastrum Hantzschii, Tetraëdron trigonum, Errerella Bornhemiensis, Richteriella botryoïdes* et d'autres.

Au mois de novembre, parfois plus tôt encore, lorsque la température de l'eau se maintient en-dessous de 20°, on voit apparaître les premiers exemplaires des Diatomées *Synedra* et *Tabellaria*. La proportion des Protococcacées est cependant encore forte : parmi elles *Ererrella, Chodatella, Scenedesmus*, ainsi que quelques Flagellates : *Pandorina, Eudorina*.

Dans la crique de Basel, pendant l'hiver 1938-39, j'ai pu observer sous la glace un phytoplancton comprenant à côté d'une fleur d'eau de *Synura uvella*, déjà observée ailleurs par Steuer dans les mêmes conditions, les genres *Pediastrum, Scenedesmus, Phacus* et surtout des Diatomées *Amphora, Navicula, Nitzschia, Pinnularia, Cymbella*.

Les expériences entreprises sur le Galgenweel à Burght démontrent aussi très clairement la périodicité du plancton caractéristique de nos Polders :

Le pH s'y maintient relativement constant entre 8.0 et 9.0, très rarement il descend vers 7.5 et son allure habituelle est 8.5.

La température atteint vers le 18 août 27° et commence alors à descendre régulièrement. De temps en temps on remarque des chutes brusques de température (entre 10° et 15°) correspondant généralement aux précipitations atmosphériques abondantes.

Pendant les mois printaniers, la flore débute par des Diatomées : *Tabellaria, Cocconeis, Diatoma, Asterionella, Synedra*.

Vers le milieu du printemps, les genres suivants du groupe des Protococcacées se montrent de plus en plus : *Scenedesmus, Pediastrum, Coelastrum*.

Pendant la période estivale, la situation se maintient à peu près identique avec des tendances de dominance de certains Flagellates comme *Peridinium cinctum* et *Ceratium hirundinella* au milieu d'un complexe de *Pediastrum, Scenedesmus, Crucigenia*.

Vers l'hiver, c'est de nouveau la période des Diatomées qui s'installe avec *Synedra*.

Je devrais encore vous parler des épiphytes microscopiques et de leur distribution le long des tiges des plantes aquatiques ; des algues non planctoniques qui sont très abondantes : *Spirogyra* et *Mougeotia* ; *Hydrodictyon, Enteromorpha, Aphanothece, Vaucheria* et surtout *Chaetophora incrassata*, ainsi qu'une espèce : *Batrachospermum pyramidale*, dont la présence peut être considérée comme extraordinaire ; de *Batrachospermum Dillenii* à Hingene ; de l'espèce *Hydrodiction* qui a été rencontré régulièrement en eau saumâtre parmi des phanérogames comme *Aster tripolium, Salicornia herbacea, Scirpus maritimus, Zannichellia palustris*, dans le Polders Waterloop à Santvliet, et bien en masses considérables, alors que l'espèce a été décrite partout comme appartenant à l'eau douce.

Nous aurions dû passer en revue les algues du Benthos, ainsi que le phytoplancton de l'Escaut qui donne lieu à des problèmes extrêmement intéressants. Le temps me manque pour vous en parler et même un bref aperçu nous mènerait beaucoup trop loin.

Je ne veux pas terminer cette brève causerie sans ajouter quelques mots sur les associations d'algues,

Il me semble prématuré, dans l'état actuel de nos recherches, de vouloir essayer de dégager de nos listes certaines associations concrètes d'algues.

Cependant je veux souligner quelques faits qui plus tard pourront peut-être donner lieu à l'établissement d'associations bien définies. M'étant inspiré des idées de Denis, j'ai établi des listes d'algues de milieux écologiques voisins, que l'analyse minutieuse des conditions de milieu a montré comme très comparables.

J'ai remarqué que ces listes renferment des éléments identiques et se révèlent contenir assez bien d'espèces communes.

Aussi longtemps que la température de l'eau reste en-dessous de 20° on remarque aisément que ce sont espèces *Synedra Ulna, capitata, acus* et *Tabellaria fenestrata* qui reviennent dans des stations différentes, mais qui ont toutes le même faciès écologique : pH alcalin de 7.5 à 8.7, teneur en Chlore de 0.092 à 0.497 Cl ‰, température de 2°2 à 20°.

L'avenir nous apprendra si chaque année ce phénomène se répète à la même époque et dans les mêmes conditions.

On pourra alors établir une association printanière à diatomées *Synedra-Tabellaria*, qui d'après nos recherches semble se cantonner dans les formations analogues à celles que j'envisage ici.

Mes recherches périodiques ont donné le même résultat à plusieurs étangs différents et surtout au Galgenweel à Burght.

On voit apparaître ici la végétation *Synedra-Tabellaria* dès le 10 mars, qui reste avec ses accessoires jusqu'au 20 avril. Le 27 avril les éléments typiques deviennent plus rares. *Scenedesmus* augmente sensiblement, *Peridinium* et *Closterium acerosum* deviennent plus abondants jusqu'au 4 mai. La température atteint alors 17°5 et la teneur en Chlore 0.497 gr.‰. Le 16 juin par 21°5 le groupement disparaît définitivement pour faire place à un nombre beaucoup plus considérable de Protococcacées.

On ne le rencontre plus aussi longtemps que la température de l'eau se maintient au-dessus de 20°. Vers le 13 août *Tabellaria fenestrata* réapparaît à Calloo dans le Melkader (20°) et le 18 août le groupement est complet dans la Durme à Thielrode (19°8) pour se manifester encore que très faiblement le 19 septembre dans le Vieil-Escaut.

Les éléments accessoires peuvent encore augmenter d'après la plus ou moins grande salure de *Bacillaria paradoxa, Coscinodiscus subtilis*, d'après la température d'*Asterionella gracillima* ; d'après le grade d'eutrophie de diverses protococcacées : *Scenedesmus, Chodatella, Ankistrodesmus*, etc.

Mais dans tous les cas *Synedra-Tabellaria* reste l'élément dominant et se rencontre très abondamment.

Pendant les mois d'été, par des températures de l'eau comprises entre 20° et 30°, la végétation algologique est très dense, très variée en espèces et il est difficile d'en dégager un groupement type déterminé.

Partout c'est un vrai plancton à protococcacées, à de rares exceptions près, dont *Scenedesmus quadricauda, obliquus* et *acuminatus, Coelastrum, Actinastrum*,

Tetraëdron sont les représentants principaux tout en n'étant pas toujours représentés en quantités considérables.

Je pense qu'il faudra adopter ici le complexe de Comère : *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Scenedesmus* avec des accessoires plus ou moins variés d'après les stations et les conditions.

Les limites de température s'établissent de 20° à 30°, le pH s'étend de 7.5 à 9.0 et la salure est variable d'après les conditions atmosphériques.

En attendant de nouvelles recherches plus approfondies, nous devons en rester là. La seule association possible est encore celle de *Coscinodiscus subtilis*.

A ce sujet j'ai été heureux de constater que Kolbe a trouvé un fait analogue dans la Spree et le Havel entre Rathenau et Berlin où *Coscinosdiscus subtilis* avec ses deux variétés *fluviatilis* et *lacustris* ont envahi progressivement toutes les eaux stagnantes et les rivières.

Un dernier mot au sujet des fleurs d'eau. Elles sont très fréquentes dans les Polders et sont presque toujours composées de Cyanophycées comme *Anabaena flos-aquae*, *Anabaena spiroides*, *Aphanisomenon flos-aquae*, *Microcystis flos-aquae*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria Agardhii*, soit chaque espèce séparément, soit une ou plusieurs ensemble.

Nous nous trouvons jusqu'ici en présence dans les Polders de 291 espèces y compris quelques rares variétés, dont un certain nombre sont nouvelles pour la Belgique :

Diatomées 103 ; Desmidiacées 35 ; Conjuguées 17 : Protococcacées 62 ; Flagellates 22 ; Cyanophycées 26 ; Diverses 26.

Il en résulte la nécessité de poursuivre les recherches sur une échelle plus vaste encore, d'examiner certaines eaux plus fréquemment que je ne l'ai fait jusqu'ici et d'étudier tous les facteurs pouvant jouer un rôle quelconque dans la dispersion des algues.

Afin de nous rendre mieux compte de la distribution géographique des principales espèces, je me suis efforcé d'établir des cartes qui se sont révélées comme extrêmement intéressantes : elles nous apprennent, par exemple, que l'aire de *Chaetoceros* sp. div. est comprise entre Doel et la Tête de Flandre et ne dépasse pas cette dernière localité ; que *Attheya Zachariasi* a une aire limitée aux stricts environs de Hamme et Hingene et se retrouve à Overmeire ; que *Errerella Bornhemiensis* trouvé autrefois uniquement au Vieil-Escaut par Conrad, existe aussi dans la Durme et la Kragenwiel et a été retrouvé récemment dans la Crique à Cruybeke. Elles nous permettent enfin de constater l'ubiquité de *Scenedesmus acuminatus*, *obliquus*, *quadricauda*, alors que *Scenedesmus opoliensis*, *brasiliensis*, *quadricauda* var. *dispar* et var. *horrida* ne se rencontrent qu'aux environs de Hamme, Weert et Hingene.

La contrée en aval d'Anvers mérite d'être étudiée davantage au point de vue des algues saumâtres et des algues d'eau douce, qui se sont adaptées à ce milieu spécial.

Quant à la périodicité, ici il y aura encore beaucoup à réaliser et les recherches n'en sont encore qu'à leurs débuts. Il en est de même des associations algales.

Anvers, août 1941.

A PROPOS DE LA DISPARITION D'UN SITE NATUREL

LE MARAIS DE BERGH ET SA FLORE

PAR P. DUVIGNEAUD, C. VANDEN BERGHEN et P. HEINEMANN

I. LES DERNIERS JOURS DU MARAIS DE BERGH

Il y a quelque temps, les personnes qui, à Bruxelles, sont connues pour avoir de l'argent en réserve recevaient la circulaire suivante :

« Il existe, à 15 km. de Bruxelles, une oasis de verdure, de fraîcheur et de paix : le Domaine des Eaux vives, vaste de plus de cent hectares. Conçu et dessiné en vue du lotissement, ce parc merveilleux a cependant gardé tous les charmes de la pleine nature : ses avenues asphaltées sont silencieuses et bordées de hautes futaies ; ses ruisseaux, promenades et frondaisons sont jalousement respectés ; le style des villas s'inspire des vieux cottages anglais ; enfin, joyau de cet écrin merveilleux, le lac et son parc, d'un calme et d'une somptuosité qui surprennent tous les visiteurs... »

Un plan annexé au dépliant indique que ce domaine (encore en partie à créer) enveloppe la large bande d'alluvions quaternaires déposées jadis, par une rivière aujourd'hui disparue, entre les villages actuels de Kampenhout et de Berg.

L'endroit est connu depuis bien longtemps par les botanistes sous le nom de « Marais de Bergh » et doit sa réputation au grand nombre de plantes rares qui y étaient réunies.

La superficie du marécage a d'ailleurs été réduite de plus en plus au cours des âges par l'action humaine : draînage, plantations, creusement d'étangs, travaux de remblaiement... Il y a une dizaine d'années, une des plus belles parties de ce qui restait a été transformée en étang, l'étang du « Chalet canadien » ; ainsi a disparu une des rares stations du rare *Cladium Mariscus*.

Jusqu'à nos jours s'était conservée à peu près intacte une surface carrée d'environ 3 hectares localisée dans le « Torf-Broek » (Carte de l'État-Major, planchette Haecht, 1/20.000).

C'est du moins ce qui subsistait encore il y a quatre mois, quand commencèrent les travaux de creusement d'un étang destiné au canotage. Avec ces travaux, la plus belle partie du marais, où existaient encore de nombreux pieds de *Liparis Loeselii*, a été enlevée. Il ne reste plus actuellement qu'un hectare, déjà assez abîmé, qui a été loti en vue de la construction de bungalows, et dont la destruction est proche, à moins que la peur des rhumatismes tienne éloignés les amateurs de ce lieu en vérité fort humide.

Dans le passé, chaque fois qu'il fut question de détruire le marais de Bergh, cela

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 12 octobre 1941.

provoqua de violentes protestations de la part de ceux qui désiraient que la nature soit protégée, et qui considéraient une station de plantes rares comme faisant partie du patrimoine matériel et spirituel de la nation.

Aujourd'hui, le marais est réellement détruit et personne n'a protesté, tant est vrai actuellement ce que Massart disait déjà en 1913 : « La nature n'intéresse plus personne, plus même les biologistes ». Les botanistes professionnels s'enferment de plus en plus dans leur laboratoire, leur jardin botanique ou leur herbier. Pendant ce temps, et sous des prétextes souvent fallacieux, on saccage le peu qui reste des sites naturels, inspirateurs des savants, des artistes et des poètes, et on les remplace par des plantations organisées et monotones ou autres installations à but purement commercial.

Un endroit comme Bergh, qui n'était pas seulement un marécage à plantes rares, mais aussi une tourbière en miniature où se passaient des phénomènes biologiques les plus divers, aurait dû être conservé et protégé, ne fut-ce qu'à cause de sa proximité de la grande ville de Bruxelles et de son accès facile. On peut supposer que bien des Bruxellois dont on retrouve les noms dans les herbiers, ont dû y passer, dans leur jeunesse, des heures de réflexion bien utiles.

Massart, bien qu'ardent défenseur du marais de Bergh, n'a pas compris tout l'intérêt de celui-ci. Il a partagé l'opinion générale et admis que le milieu était acide. Or, l'eau du marais de Bergh est alcaline (pH. : 7,3-7,6), et ce n'est pas par hasard qu'on y a trouvé toutes les plantes rares qui en faisaient l'intérêt. Ces plantes caractérisent en effet toutes les tourbières alcalines et doivent leur rareté en Belgique à la rareté de ces tourbières qu'on ne rencontre guère que dans les pannes de la région littorale et à Vance, dans la région jurassique ; il y avait aussi le marais de Bergh, et c'est pourquoi sa destruction est une catastrophe du point de vue phytogéographique.

La disparition progressive de toutes les stations naturelles rend de plus en plus difficile une étude phytogéographique de l'Europe occidentale, dont on peut dire qu'elle est la région la moins bien connue du point de vue géographie botanique, ce qui ne serait pas si des documents suffisants avaient été laissés par ceux qui ont jadis eu l'occasion d'étudier les stations aujourd'hui disparues. Or, bien que depuis près de cent ans on parle du marais de Bergh et des plantes rares qui s'y trouvent, aucun travail sérieux n'a été publié à son sujet. On possède en tout quatre listes de Phanérogames : une de Wesmael, une de Carron, deux de Michel et une liste de Cryptogames de Delogne. Ces cinq listes sont insuffisantes et ne mentionnent en aucune façon les conditions dans lesquelles poussaient les plantes citées. On peut se faire une idée de la richesse en algues des eaux calcaires de la région en parcourant la Flore des Algues de De Wildeman, mais ici encore, les détails précis manquent. On possède des herbiers très complets de C. E. Bommer (1884) et de Gilta (1907), mais il est impossible de fixer exactement la provenance des plantes qu'ils contiennent.

Nous avons essayé de réunir, tant qu'il en était temps encore, le maximum de documentation botanique sur cet intéressant marécage ; nous nous sommes trouvés maintes fois sur le terrain, au cours des mois de juillet à octobre, en même temps que les ouvriers destructeurs, et nous avons disputé à leur bêche profanatrice tout ce qui nous a paru digne d'intérêt : nous avons ainsi récolté des échantillons de toutes les plantes encore présentes cette année : Cyanophycées, Algues, Bryophytes, Lichens, Champignons et Phanérogames, et noté les conditions dans lesquelles elles poussaient et leur mode de développement ; nous avons accumulé beaucoup de matériel pour l'analyse chimique et l'étude morphologique, et prélevé de nombreux échantillons d'eau et de sol.

L'étude de tout ce matériel, qui sera nécessairement longue, sera, nous l'espérons, utile aux phytogéographes de l'avenir et fera connaître aux générations futures ce qui fut un des endroits les plus intéressants de notre pays du point de vue biologique.

La première chose à faire était de dresser une liste la plus complète possible des plantes existant encore ou ayant existé à Bergh. C'est ce travail que nous présentons aujourd'hui.

Nous avons établi cette liste d'après les données de la littérature et en faisant la revision des espèces conservées en herbier. Mais une attention plus spéciale a été portée aux plantes subsistant encore en 1941 et dont nous avons pu constater la présence sur le terrain.

Avant d'énumérer ces différentes plantes il nous paraît utile de dire quelques mots du milieu où elles vivaient et des associations qu'elles formaient.

II. LE MILIEU ET LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

1. La roche mère est composée d'une assise assez épaisse d'alluvions quaternaires, reposant sur le sable bruxellien. Ces alluvions sont constituées de « limon gris », c'est-à-dire d'un sable blanchâtre à grains très fins, peu argileux, riche en $CaCO^3$ (5% environ) et en fer. Ce limon gris peut être facilement confondu avec de l'argile dont il possède d'ailleurs les propriétés (perméabilité). L'eau humectant ce limon a un pH moyen de 7,9.

Le sol ainsi constitué, et tapissant le fond de la vallée géologique, se trouve à un niveau un peu inférieur à celui des sources bruxelliennes de l'endroit et il est probable que de ce fait il fut jadis couvert d'eau et le siège d'une végétation aquatique et hélophytique.

Les plantes se développant dans cette eau alcaline très riche en bicarbonates de Ca et peu agitée y formèrent une tourbe noirâtre riche en chaux qui, en s'accumulant, finit par émerger, permettant l'établissement d'une végétation plus ou moins terrestre, les parties les plus basses étant encore sous eau lors des crues et pendant une partie de l'hiver.

Des différents stades de végétation n'auraient subsisté que les plus récents s'il ne s'était produit une action humaine pour une fois bien intéressante : dans le but d'assécher ce qui était devenu un marécage commercialement « stérile », l'Homme y creusa de profonds fossés de draînage qui remirent localement le limon gris à nu et qui s'emplirent d'eau. Ces fossés ont permis une reconstitution des stades disparus et comme le creusement eut lieu à une époque assez récente, les aspects de la végétation primitive y étaient encore visibles de nos jours.

2. D'études détaillées et non encore au point, nous pouvons dégager un aperçu de la ***succession des associations végétales.***

Les stades pionniers s'observent dans les fossés assez récemment curés ou dans des trous fraîchement creusés et toujours remplis d'eau. Les stades terminaux

sont représentés par les associations des parcelles qui ne sont submergées à aucune époque de l'année.

A. TOURBIERE ALCALINE. Composée de la juxtaposition de trois associations plus ou moins aquatiques, vivant dans une eau à pH : 7,5.

a. **Assoc. de plantes aquatiques à Potamogeton coloratus** ALLORGE 1922. Dans les fossés plus ou moins profonds où il y a toujours de l'eau. Outre *P. coloratus* on y trouve des *Chara*, les Utriculaires, *Nymphea candida*, *Menyanthes*, de petites espèces de *Spirogyra* formant des flocons verts, et des échantillons encore peu développés de *Scorpidium scorpioides*.

b. Stade initial (aterrissement) de la **prairie mouilleuse à Schoenus nigricans et Juncus obtusiflorus** ALLORGE 1922. Parmi les plantes totalement aquatiques de l'association précédente se développent un certain nombre d'hélophytes (*S. nigricans*, *J. obtusiflorus*, *Carex flava*, *C. rostrata*, *Epipactis palustris* et *Phragmites*, ce dernier à vitalité très réduite), formant des touradons qui diminuent de plus en plus le volume laissé à l'association précédente, et finissent par confluer, en une prairie humide et continue (stade optimal de la prairie mouilleuse).

c. Entre les chaumes des Cypéracées de l'association précédente se fixent un certain nombre de Mousses aquatiques, pour la plupart incrustantes (*Drepanocladus revolvens*, *Scorpidium scorpioides*, *Chrysohypnum stellatum*), et abritant à leur base de grosses masses bleuâtres de Cyanophycées également incrustantes (*Tolypothrix*, *Scytonema Drepanocladorum*, *Rivularia Biasolettiana*).

Cette **association de Mousses et de Cyanophycées incrustantes** n'est pas celle décrite par ALLORGE pour le Vexin français, et qui se retrouve sur les « crons » du Jurassique, et qui est caractérisée par *Eucladium verticillatum* et *Cratoneuron commutatum*. Nous ne pouvons encore la définir actuellement, car la détermination des Cyanophycées est longue et difficile.

Dans les touffes de Mousses on trouve *Liparis Loeselii*.

Ces trois associations, ou fragments d'associations, concourent à la formation sous l'eau alcaline et peu aérée, d'une tourbe calcaire composée de débris de Cypéracées et de Mousses plus ou moins incrustés de $CaCO^3$ et dont la teneur en carbonates est encore augmentée par les nombreuses coquilles des Mollusques qui vivent dans ces eaux : *Planorbis complanatus O. F. Mull.*, *Limnea ovata* (= *limosa L.*), *Bythinia tentaculata L.* et *Valvata piscinalis O. F. Mull.*

B. Prairie mouilleuse à Schoenus et Juncus ALLORGE (Schoenetum nigricantis KOCH). Les touradons se rejoignent ; il y a formation d'une prairie qui peut être inondée quand la quantité d'eau est très grande. Cette prairie à *Schoenus* s'observe surtout bien au bord des fossés et dans la partie nord du marais qui est la plus basse.

C'est dans cette association que se trouvaient les *Carex* rares qui ont fait la renommée de Bergh : *C. dioica*, *C. pulicaris*, *C. diandra*, *C. distans*.

C. La prairie mouilleuse, en s'élevant, devient plus sèche et évolue vers une

prairie simplement humide où domine *Molinia coerulea*. C'est le **Molinietum coeruleae**, où abonde aussi *Selinum Carvifolia*.

On connaît aujourd'hui de nombreuses sous-associations de ce Molinietum qui ont été classées par le phytosociologue allemand Tüxen en deux groupes : groupe basicline et groupe acidocline.

D'après la composition floristique de notre Molinietum, nous avons affaire à la **sous-association acidocline à Parnassia palustris** de Tüxen, dont les caractéristiques différentielles sont, outre *Parnassia, Epipactis palustris* et *Gymnadenia conopea*, qu'on trouve en abondance à Bergh, et *Pinguicula vulgaris* qui y a peut-être existé jadis. Or, outre que les Orchidées en question et aussi *Carex glauca* sont des plantes notoirement calcicoles, le pH du sol au niveau de leurs racines est en moyenne 7,7. L'association semble donc nettement basicline.

D. Le Molinietum se couvre d'arbustes et tend vers le **taillis tourbeux à Rhamnus frangula et Polystichum Thelypteris** Allorge 1922. A Bergh, il n'y avait que le stade initial : buissons épars de *Rh. frangula, Alnus glutinosa, Betula verrucosa, Viburnum Opulus* et *Quercus pedunculata*. Nous n'avons pas trouvé *P. Thelypteris*. Autour des buissons se développent de grandes graminées : *Calamagrostis epigeios* et *Festuca elatior* ; sur le sol pousse une grande quantité de Champignons. On remarque aussi quelques espèces qu'on rencontre habituellement sur le sol des forêts de chênes, comme *Hieracium levigatum, Solidago virgaaurea* et *Primula elatior*. Mais elles sont très peu abondantes.

E. Au niveau du sol, dans les parties les plus sèches du Schoenetum, dans le Molinietum et sous les buissons, s'établit, à même la tourbe, avec les tiges toujours rampantes d'*Anagallis tenella*, une abondante végétation de Bryophytes qui caractérisent un milieu acide : *Calypogeia fissa, Cephalozia bicuspidata* et *C. pleniceps, Scleropodium purum, Leucobryum glaucum* ; le pH varie en effet au niveau de ces plantes de 4,2 à 3, 8. Sur cette mince pellicule superficielle de sol et de plantes s'établit une végétation de **tourbière acide**, caractérisée par *Drosera rotundifolia, Dicranum Bonjeani* et des Sphaignes formant déjà en certains endroits des tapis larges et profonds.

Drosera, Dicranum Bonjeani et *Lepidozia setacea* sont les seules plantes de Hochmoor existant à Bergh. Les Sphaignes appartiennent à trois espèces (*Sphagnum plumulosum, S. Girgensohnii* et *S. squarrosum*) qui caractérisent plutôt les aulnaies que les tourbières.

On observe donc ici ce fait, qui n'est pas nouveau mais qui est bien intéressant, d'une tourbière acide, à Sphaignes et à *Leucobryum*, vivant uniquement de l'eau de pluie qu'elle accumule, laquelle est aussi très acide (pH. : 4,5 à Bergh) et qui s'établit sur une tourbière alcaline à Cypéracées et à Hypnacées, alimentée par l'eau alcaline et très calcaire du sol.

A la zone de contact, l'eau acide des Sphaignes, qui est très peu tamponnée, est facilement neutralisée par le calcaire du sol. Le pH du sol sous une touffe de

Sphaignes = 7. C'est ce qui limite l'expansion de la tourbière acide : aussitôt que les Sphaignes sont en contact direct avec l'eau calcaire du sol, elles meurent.

F. REMARQUES.

a. Allorge a observé dans le Vexin qu'entre l'association pionnière à *Potamogeton coloratus* et l'assoc. à *Schoenus*, se place parfois, dans les grands fossés, une **assoc. à Cladium Mariscus** caractérisée entre autre par *C. Mariscus, Scirpus Tabernaemontani, Carex pseudo-Cyperus, Ranunculus Lingua*, qui ont été signalées jadis à Bergh, et par *Carex disticha* et *C. rostrata* qui existaient encore de nos jours. Il est donc possible qu'une telle association ait existé à Bergh.

b. Koch a décrit pour la Suisse une **sous-association à Scirpus pauciflorus** Cette sous-association existe à Bergh sur des terrains récemment dénudés et périodiquement inondés. A même le sable (limon gris) on trouve *S. pauciflorus, Schoenus nigricans, Carex Oederi, Centaurium pulchellum, Juncus lamprocarpus* ; on a signalé jadis *Triglochin palustris* et *Hydrocotyle vulgaris* qui faisaient probablement partie de cette sous-association. En 1862 (Wesmael), *Liparis Loeselii* poussait plus abondamment sur le sable que dans la tourbière.

III. FLORULE DU MARAIS DE BERGH.

Abréviations :

— A — : plantes des associations aquatiques (fossés).

— S — : plantes de la prairie à Schoenus (bords des fossés et parties les plus humides).

— M — : plantes du Molinietum (parties jamais inondées).

— B — : plantes localisées aux endroits les plus secs (petits bosquets).

1. Cyanophycées.

Nous avons recueilli un abondant matériel, actuellement à l'étude ; les espèces qui, par leur masse, concourent à la formation de la tourbe, sont :

Tolypothrix tenuis Kütz. var. **Wartmanniana** (Kütz.) Hansg. : — A —

Rivularia Biasolettiana Menegh. : — A —

Nostoc sphaericum Vaucher : — A —

Scytonema Drepanocladorum Duvigneaud nov. sp.

Planta *aquatica*. Filamenta *juvenilia* 11 μ *crassa, inde cum aetate usque ad 18* μ *incrassata, longa et sinuosa, crustam viridocoerulescentem vel albam formanta*. Trichomum *in juvenili extremitate 8-9* μ *crassum, cellulis tam longis quam latis vel paulo latioribus quam longis ; inde progressive tenuior, cellulis magis longioribus quam latis, in adulta parte 4-6* μ *crassum, cellulis 25-50* μ *longis ; cellulae cylindricae non torulosae*. Vagina *crassa, in juvenili extramitate sat tenuis (3* μ*) et incolor, inde in vetustioribus partibus progressive incrassata et infuscata, paralleliter stratosa, cum externa strata fusciora quam interna.*

Heterocysti *elongati sicut cellulae ; sed earumdem bis latiores, lutei, cylindrici.* Pseudoramificationes *non numerosae, geminae vel rariter simplices. Typus* in Herbario Instituti Botanici Universitatis bruxellensis. *Locus typicus* : Berg, prope Bruxellas. *Habitus* : in basis morientibus Muscorum aquaticorum, in aqua quieta calcarea et alcalina (pH : 7,5).

Les caractéristiques de cette espèce nouvelle, qui pousse abondamment sous forme de croûtes bleu-verdâtre plus ou moins incrustées de $CaCO_3$ sur les bases mourantes des Hypnacées aquatiques, sont les cellules cylindriques jamais toruleuses, très allongées, la gaine très épaisse, incolore dans le jeune âge, devenant brune et stratifiée dans la suite, avec la partie extérieure plus foncée, les hétérocystes allongés et parfaitement cylindriques.

Elle est voisine des espèces saxicoles de Porto-Rico : *Scytonema longiarticulatum* Gardn. et *Sc. multiramosum* Gardn., mais elle en diffère par ses cellules encore plus allongées, sa gaine plus épaisse et ses hétérocystes deux fois plus larges que les cellules qui les encadrent.

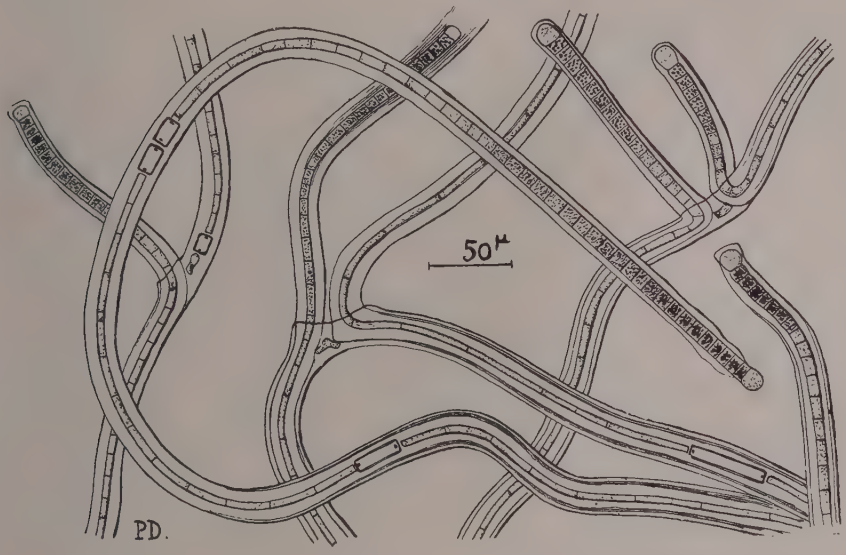


Fig. 1. — *Scytonema Drepanocladorum* Duvign. nov. sp.

Dans le Molinietum :
Nostoc commune Vaucher.
Remarque : **Calothrix fusca** (Kütz.) Born. et Flah. est signalé à Bergh (Prodrome).

2. Algues.

a) *Conjuguées* : Zygnematacées et Desmidiacées : M. Van Oye et nous-mêmes avons recueilli du matériel, actuellement à l'étude. Signalons l'abondance de petites espèces de *Spirogyra*, à 1-2 chromatophores, formant des flocons ou des tapis verdâtres dans les fossés.

b) *Chlorophycées* : De très nombreuses espèces ont été trouvées à Bergh par De Wildeman mais leur localisation est incertaine.

3. Charophytes.

Chara hispida L. : — A —
C. foetida Al. Br. : — A —
C. aspera Willd. : — A — : connu seulement de Bergh, en Belgique.
Remarque : dans l'herbier Gilta nous avons trouvé **Nitella translucens** Agardh. provenant du marais de Bergh.

4. Champignons (par P. Heinemann).

Pluteus nanus (Fries) Quélet, sur la terre tourbeuse nue d'un fossé (31 août 1941) — S —

Psathyrella hispida Heinemann nov. sp. (fig. 2).

Pileo *carnuloso, campanulato dein expanso, saturo brunneo ; nigris et adpressis sed in centro saepe erectis squamulibus tecto ;* 15 *mm. lato.* Stipite *albido, ad basim fuscescenti ; fibrilloso ;* 2-3 *cm* /1-2 *mm.* Lamellis *subconfertis, latis, ventricosis, sinuato-adnatis, brunneis ; acie albida.* Caro *fuscescenti.* Odore et sapore *subnullis.* Sporis *in cumulo purpureo-brunneis ; s. m. brunneis ; in acido sulfurico violescentibus ; anguloso-ellipsoideis, truncatis,* 6,6-7 /4,5-5 µ. Cystidiis *in lateribus lamellarum sparsis, in acie numerosis, lanceolatis vel claviformibus, interne amyloideis (in IKI coerulescentibus), rare cucullo amorpho preditis.*

Ad terram turfosam. Berg, estate 1941.

Caractères macroscopiques.

Chapeau assez charnu ; hémisphérique-campanulé puis convexe-étalé, à marge droite puis étalée, excédente ; revêtement peu ou non hygrophane, brun grisâtre foncé, portant de nombreuses fibrilles noirâtres fasciculées en mèches aiguës généralement dressées au centre, apprimées à la périphérie ; diamètre 15 mm.

Pied cylindracé, flexueux ; blanchâtre luisant, parfois brunâtre vers la base, pruineux au sommet, présentant dans les quatre cinquièmes inférieurs des fibrilles analogues à celles du chapeau, de plus en plus abondantes vers la base où elles forment de petites squamules plus ou moins arrangées en réseau ; étroitement tubuleux ; assez tenace, non confluent ; 2-3 cm. × 1-2 mm.

Lamelles assez serrées (L : 25 ; l : 3 — (7)) ; larges (2,5 mm.), ventrues, sinuées adnées puis, par l'étalement du chapeau, fortement échancrées, décurrentes par une dent ; sensiblement concolores au chapeau ; arête blanchâtre, finement denticulée.

Chair gris brunâtre ; odeur et saveur faibles à peine fongiques.

Sporée brun purpuracé très foncé.

Caractères microscopiques.

Spores brun clair s. m., virant au gris violacé dans H^2SO^4 concentré ; courtement ellipsoïdes subanguleuses surtout de face ; profil présentant une dépression hilaire nette

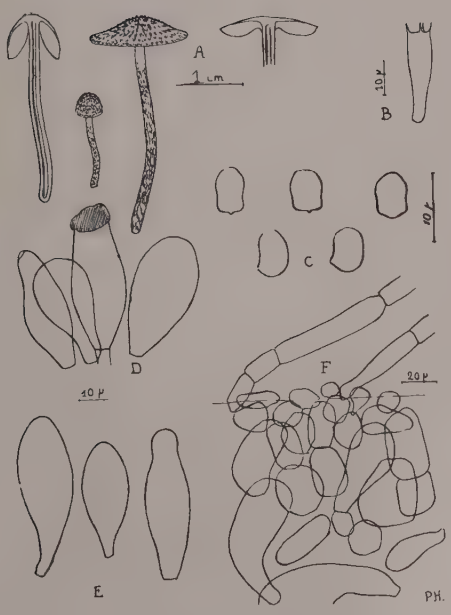


FIG. 2. — *Psathyrella hispida* Heinemann nov. sp.
A : Carpophores ; B : baside ; C : spores ; D : Cystides de l'arête. E : Cystides des faces ; F coupe dans le revêtement du chapeau avec éléments du voile général.

et une bosse sous l'apicule hilaire ; de face largement tronqué à la base, présentant à un tiers de la longueur à partir de la base un faible étranglement, sommet subarrondi ; apicule hilaire net ; pore germinatif indictinct ; 6,5 – 7 × 4,5 – 5 µ.

Basides tétrasporiques, claviformes, 30 × 7 µ par exemple.

Cystides rares sur les faces, abondantes à l'arête ; exceptionnellement (dans ce cas probablement toujours à l'arête) encapuchonnées d'un exsudat amorphe ; à contenu devenant très généralement violacé dans IKI ; non métachromatiques dans le bleu de crésyle ; claviformes, lancéolées à sommet arrondi, parfois piriformes ; 30-50 × 13-20 µ.

Sous-hyménium très mince, d'observation très difficile à cause de la grande fragilité de ses éléments.

Trame régulière, à éléments longs et gros (atteignant 35 µ), rétrécis aux cloisons.

Hyménium se colorant en jaune dans IKI.

Revêtement formé par la chair dont les éléments deviennent vers la surface, plus petits, plus serrés, puis isodiamétriques mais ne forment pas d'assise hyméniforme nette ; donnant naissance au voile général.

Voile général formé de longues files de cellules allongées, à membrane légèrement colorée, contenant de nombreuses précipitations brunes. Ces hyphes sont fasciculées en squames coniques, le diamètre des éléments allant en diminuant de la base au sommet.

Habitat.

Sur la terre tourbeuse des parois d'un fossé, parmi des Hypnacées ; Berg, 31 août 1941, 7 carpophores.

Inocybe calospora Quélet, sous les aulnes (28 et 31 août 1941). — B. —

Galerina graminea (Velenovsky) Kühner, parmi les mousses (2 août). — M, — S. —

Galerina clavata (Velenovsky) Kühner (4 septembre 1941). — M. — S. —

Ces deux espèces, probablement non encore signalées en Belgique sont cependant communes, surtout la première, dans les stations herbeuses et moussues.

Naucoria reducta (Fries) Saccardo. — S —

Un seul carpophore en tous points conforme aux descriptions de Ricken, Rea et Lange et à la figure de Lange (15 août 1940). Considéré à tort comme douteux par Konrad et Maublanc.

Alnicola 2 sp., sous les aulnes, (31 août 1941). — B. —

Rhodophyllus (*Nolanea*) **papillatus** (Bresadola) ?, sous les aulnes. — B. —

Le champignon que je rapporte avec doute, à cette espèce, pourrait tout aussi bien être *Rh. infula* (Fries) Quélet, la distinction de ces deux espèces étant assez subtile. D'autre part Konrad et Maublanc place *Rh. papillatus* en s-sp. de *Rh. mammosus* (Fries) Quélet qui est très éloigné du champignon dont il est question ici (31 août 1941).

Rhodophyllus (*Leptonia*) **lampropus** (Fries) Quélet, (observé plusieurs fois). — S — M. —

Rhodophyllus (*Leptonia*) **sericellus** (Fries) Quélet forma ? S — M.

Les carpophores trouvés à Bergh acquièrent en vieillissant une teinte générale roussâtre qui n'est pas mentionnée dans les descriptions classiques et possèdent une odeur géraniée nette également omise, mais on sait combien les descriptions sont généralement incomplètes à ce point de vue. Je n'ai pas encore eu l'occasion de comparer avec *Rh. sericellus* typique (observé plusieurs fois).

Rhodophyllus (*Leptonia*) **incanus** (Fries) Quélet, commun à Berg, je ne l'ai pas encore vu ailleurs. — S — M. —

Rhodophyllus (*Leptonia*) **serrulatus** (Fries) Quélet **laevipes** R. Maire, observé plusieurs fois. — S — M. —

Rhodophyllus (*Leptonia*) **sarcitus** (Fries) Quélet, observé plusieurs fois. — M. —

Rhodophyllus (*Eccilia*) **griseo-rubellus** (Lasch) Quélet, (31 août 1941). — B — M. —

Tous ces *Rhodophyllus* sauf le premier se trouvent dans le marais même (Molinietum et Schoenetum) auquel ils donnent, pour le mycologue, un caractère très particulier si l'on songe que sur les Agaricinées signalées ici, 35% sont des *Rhodophyllus*, alors que sur l'ensemble des Agaricinées ils n'occupent qu'environ 7%. De même il est remarquable que la plupart des espèces observées sont des *Leptonia*.

Laccaria laccata (Fries) Berkeley et Broome, près des buissons, (31 août 1941). B — M.

Marasmius ramealis Fries, sur bois mort. — B —

Mycena acicula (Fries) Quélet, dans le Schoenetum, (31 août 1941).

Mycena galericulata (Fries) Quélet, sur souches d'aulnes, (31 août 1941). — B —

Omphalia philonotis (Lasch) Quélet, un seul carpophore sur Sphagnum, (juin 1936).

Omphalia fibula (Fries) Quélet, espèce vraiment ubiquiste, observée une fois à Berg sur Sphagnum (2 août 1941).

Pleurotus roseolus Quélet, Lange II, p. 72, pl. 65 C, sur feuille morte de Phragmites. Espèce rare, bien caractérisée, douteuse cependant pour Konrad et Maublanc, (31 août 1941).

Lactarius cyathula Fries sensu Ricken, Konrad et Maublanc, sous les aulnes, (31 août 1941). — B —

Hygrophorus miniatus Fries, très répandu. — S — M —

Hygrophorus foetens Phillips, sur touffe de Molinia et sur le sol. — M —
Observé plusieurs fois en août.

Je n'ai malheureusement récolté que des carpophores trop jeunes de cette rare espèce considérée comme nordique par Konrad et Maublanc. Ils ont pu être déterminés grâce à leur odeur repoussante d'acide butyrique. J'ai, d'autre part, trouvé, sur une souche d'aulne, un champignon en tous points semblable mais presque inodore. Il existe donc peut-être des états plus ou moins odorants.

Paxillus involutus Fries, répandu autour des buissons et dans les bosquets, observé plusieurs fois. — M — B —

Krombholziella leucophaea (Persoon) R. Maire, au voisinage des bouleaux. — M — S —

Gyrodon lividus (Fries) Saccardo, répandu autour des aulnes, observé plusieurs fois. — B —

Coriolus versicolor (Fries) Quélet, sur bois mort.

Mutinus caninus Fries, quelques carpophores en un seul endroit, (31 août 1941). — M —

Trichoglossum hirsutum Boudier, un seul carpophore, (15 août 1940). — M —

5. Lichens.

Cladonia furcata (Huds.) Schrad. var. **racemosa** (Hoffm.) Flk. : — M —

6. Bryophytes.

a) Hépatiques.

Riccardia pinguis (L.) Gray, f. **angustior** (Hook.) : — S — : parmi les Hypnacées.

R. multifida (L.) Gray : — M —

Pellia Fabbroniana Raddi : — S — : forme aquatique, fructifiée.

Calypogeia fissa (L.) Raddi : — M — : souvent propagulifère.

Cephalozia bicuspidata (L.) Dum. : — M —

C. pleniceps (Aust.) Lindb. : — M — : avec périanthes ; espèce nouvelle pour la flore belge.

Chiloscyphus polyanthus (L.) Corda : — M —

Lepidozia setacea (Web.) Mitt. : — M — : espèce caractéristique des tourbières à Sphaignes.

Lophocolea bidentata (L.) Dum. : — B —

L. heterophylla (Schrad.) Dum. : épiphyte sur un tronc d'aulne.

Plagiochila asplenioides (L.) Dum. : par brins isolés : — M —

Scapania nemorosa (L.) Dum. : — M — : parfois propagulifère.

b) Sphaignes.

Sphagnum plumulosum Röll. : — M —

S. squarrosum Pers. : — M —

S. Girgensohnii Russ. : — M —. Ces espèces se trouvent en général dans les aulnaies.

c) Mousses.

Fissidens adiantoides Hedw. : — S — : fructifie en automne.

F. taxifolius Hedw. : à la base d'un aulne.

Dicranella heteromalla Schpr. : id.
Dicranum Bonjeani de Not. : — M — : caractéristique des tourbières à Sphaignes.
D. scoparium Hedw. : — M —
Leucobryum glaucum Schpr. : — M —
Bryum ventricosum Dicks. : — S — : fructifie en automne.
Mnium hornum L. : — B —
M. punctatum Hedw. : — M —
M. cuspidatum Leyss. : — M —
M. rostratum Schrad. : — M —
M. undulatum Weis. : — B —
Thuidium tamariscifolium Lindb. : — B —
Chrysohypnum helodes (Spruce) Loeske : — S —
C. stellatum Loeske : — S —
C. stellatum var. **protensum** (Brid.) Rohb. f. **tenerum** : — M —
C. polygamum Loeske : — S —
Drepanocladus revolvens (Sw.) Moenkem. = *D. intermedius* Warnst. : — S —
Calliergon cuspidatum Kindb. : — S —
Hypnum cupressiforme L. : — M —
Scleropodium purum Limpr. : — M —
Ctenidium molluscum Mitt. : — S — : mousse des rochers calcaires humides.
Scorpidium scorpioides Limpr. : — S — et même — A — : signalé en une dizaine de localités en Belgique et toujours dans des « marais profonds dont les eaux contiennent du calcaire ».
Rhytidiadelphus triquetrus Warnst. : — M —
R. squarrosus Warnst. : — M —
Catharinaea undulata W. et M. : — B —

Les mousses suivantes ont été signalées autrefois à Bergh :

Calliergon giganteum Kindb. : (Delogne).
Drepanocladus Sendtneri (Schimp.) Warnst. : (El. Marchal).
Cratoneurum commutatum (Roth) Moenkem. var. **falcatum** Moenkem. : (Delogne).
Cratoneurum filicinum (Roth) Moenkem. : (Delogne).
Toutes ces espèces sont caractéristiques des fossés et marais alcalins et présentent un grand intérêt phytosociologique.

7. Ptéridophytes.

Equisetum palustre L. : — M — — S —
Ophioglossum vulgatum L. : observé il y a quelques années par Heinemann au pied d'un aulne.

8. Phanérogames.

Salix caprea L. : — B — ; un arbuste isolé.
Betula verrucosa Ehrh. : — M — — B —
Alnus glutinosa (L.) Gaertn. : — M — — B —
A. incana (L.) Moench. : — M — — B —

Quercus Robur L. : — M — — B —

Nymphea candida Presl, Flora exs. austro-hungarica n° 1282, 1822.

(Syn. : *Nymphea alba* var. *β minor* DC, Regn. veg. syst. II, 1821, p. 57, non *Nymphea minor* DC, ibid. p. 58).

Cette espèce, fréquente dans les fossés et les tourbières, déjà signalée à Bergh en 1864 par Müller (Spicilège de la flore bruxelloise) et y récoltée depuis par toutes les générations successives d'herborisateurs, se distingue de *N. alba* L., qui est plus spécialement localisée aux étangs, par les caractères suivants : plante plus petite, à fleurs moins ouvertes ; ligne d'insertion des sépales angulaire, faisant saillie en dehors ; filets des étamines internes élargis au milieu ; pollen seulement granuleux et non spinuleux ; styles entourant une cavité profonde ; stigmates concaves, allongés, aigus.

Elle a donné lieu à quelques confusions : le Prodrome de De Wildeman et Durand la cite comme var. *minor* Lejeune, Rev. Fl. Spa, 1824, p. 105 ; or Lejeune n'a décrit de var. *minor* que pour *Nymphea lutea* L. (= *Nuphar luteum* S. et S.), et ce, page 104. Cette erreur a été reproduite dans le catalogue de Hauman et Balle. D'autre part les auteurs du Prodrome la donnent comme synonyme de *Nymphea minor* DC, laquelle est une espèce américaine inconnue en Europe.

Il faut noter que la seule fleur trouvée en 1941 à Bergh n'avait aucune odeur spéciale ; cependant, Baguet a dit avoir trouvé en 1883 une variété à fleurs très odorantes.

Drosera rotundifolia L. : — M —

Parnassia palustris L. : — M —

Potentilla erecta Ham. : — M —

Rubus caesius L. : à proximité des aulnes : — B —

R. fructicosus L. : n'a pu être déterminé avec rigueur : — B —

Linum catharticum L. : — M —

Polygala vulgaris L. : — M —

Rhamnus frangula L. : buissons et très nombreuses plantules : — S — — M — — B —

Viola sp. très probablement **V. silvestris** Lam. : — B —

Lythrum Salicaria L. : vitalité réduite : — M —

Selinum Carvifolia L. : — M —

Angelica silvestris L. : — M —

Anagallis tenella (L.) Murr. : — M —

Lysimachia vulgaris L. : — M —

Primula elatior (L.) Schreber : — M —

Fraxinus excelsior L. : — S — : nombreuses plantules à vitalité très réduite.

Centaurium pulchellum (Sw.) Druce. : sur le limon gris mis à nu.

Menyanthes trifoliata L. : localisé et alors abondant : — S —

Utricularia sp. très probablement **U. neglecta** Lehm. : — A —

U. minor L. : — A — : les Utriculaires abondent dans tous les fossés ; nous ne les avons jamais vues en fleurs.

Mentha aquatica L. : — B —

Galium uliginosum L. : — M — — B —

Viburnum Opulus L. : — M — — B —

Valeriana dioica L. : — M — — S —

Succisa pratensis Moench. : — M —

Cirsium oleraceum (L.) Scop. : nombreuses plantules à vitalité réduite : — S —

C. palustre (L.) Scop. : — M —

Solidago virga-aurea L. : — B — : rare.

Eupatorium cannabinum L. : très nombreuses plantules à vitalité plutôt réduite : — S — ; quelques plantes fleuries : — M —

Centaurea Jacea L. : — M —

Tussilago farfara L. : qq. plantes à vitalité réduite : — S —

Crepis paludosa (L.) Moench. : — M — : rare.

Leontodon hispidus L. : — M —

Hieracium levigatum Willd. : — M —

Potamogeton coloratus Vahl. : — A —

Asparagus officinalis L. : une plante d'introduction accidentelle : — S —

Juncus obtusiflorus Ehrh. : — S — — M — : abonde partout mais ne présente qu'une vitalité assez réduite : les inflorescences sont peu fournies, les graines peu nombreuses.

Juncus lamprocarpus Ehrh. : sur le limon gris mis à nu.

Liparis Loeselii (L.) L. C. Rich. : — S — : dans les grandes Hypnacées flottant sur l'eau des fossés ; nous avons compté près de 200 pieds de cette plante rare.

Gymnadenia conopea (L.) R. Br. : — M —

Le Dr Matagne nous fait remarquer que « le *Gymnadenia conopea*, abondant au marais de Bergh, n'est pas le type, mais la var. *intermedia* Peterm. (= *pseudoconopea* Gren.). Les fleurs sont moitié plus petites que chez le type, elles dégagent une odeur suave de jacinthe, les sépales ne sont pas connivents, et l'ensemble de l'épi est plus étroit. Les auteurs considèrent cette variété comme rare. » G. conopea croît habituellement sur les rochers calcaires.

Epipactis palustris (Miller) Crantz. : — M — — S —

Carex disticha Huds. : — M —

C. flava L. : — S —

C. glauca Murr. (= *C. diversicolor* Crantz) : — M — : espèce croissant habituellement sur les rochers calcaires.

C. Goodenoughii J. Gray : — M —

C. Oederi Retz f. **elatior** Anderss. : croît sur le limon gris mis à nu ; cette espèce peut être facilement confondue avec *C. lepidocarpa* Tausch.

C. panicea L. : — M —

C. pulicaris L. : — M —

C. rostrata Stokes. : — S —

C. diandra Schrank. (= *C. teretiuscula* Good.) : — M —

Schoenus nigricans L. : — S —

Eriophorum latifolium Hoppe. : — S —

Scirpus pauciflorus Lightf. : sur le limon gris mis à nu par suite de travaux de terrassements et alors très abondant.

Sieglingia decumbens (L.) Bernh. : — M — : rare.

Calamagrostis epigeios (L.) Roth. : — M — — B —

Phragmites communis Trin. : — A — — S — — M — ; vitalité réduite : les roseaux jaunissent déjà au début de septembre et ne fleurissent que rarement.

Molinia coerulea Moench. : — S — — M —

Briza media L. : — M —

Festuca elatior L. subsp. **arundinacea** (Schreb.) Hack. : — B —

Les plantes suivantes ont été signalées à Bergh, étaient très probablement localisées dans le marais, mais n'ont pas été revues par nous. Le signe (/) indique que nous avons retrouvé les exemplaires d'herbier.

Ranunculus Lingua L. : Michel.

Hydrocotyle vulgaris L. : Michel.

Oenanthe fistulosa L. : Carron.

Pedicularis palustris L. : Carron.

Triglochin palustre L. : Carron, Michel, Bommer (/), Coomans (/).

Platanthera bifolia (L.) L. C. Rich. : Michel.

Carex dioica L. : Carron, Michel, Goffart, Crépin (/), Bommer (/) : en compagnie de *Scirpus pauciflorus*, Troch (/).

Carex distans L. = *C. fulva* Gaertn., Mey. et Scherb. : Gilta (/) : espèce rare.

C. pallescens L. : Michel.

C. pseudo-Cyperus L. : Carron.

C. riparia Curt. : Carron, Michel.

C. vesicaria L. : Carron.

Cyperus fuscus L. : Michel, Gilta (/) ; a été revu dans le bois de Bergh-Lelle en compagnie de *Scirpus setaceus* L., *Juncus bufonius* L. et *J. lamprocarpus* Ehrh.

Eriophorum polystachyum L. : Gilta (/).

Cladium Mariscus (L.) R. Br. : Wesmael, Michel, Massart, Gilta (/).

Scirpus compressus (L.) Pers. : Carron, Michel, Goffart, Crépin, Gilta (/).

S. Tabernaemontani Gmel. : Wesmael, Carron ; était accompagné de *Cladium*.

Heleocharis palustris (L.) R. Br. : Carron.

Alopecurus fulvus Sm. : Carron.

LITTÉRATURE.

1. Allorge (P.) — *Les Associations végétales du Vexin français.* Nemours, 1922.
2. Carron (A.) — *Bull. Soc. Roy. Linnéenne.* Bruxelles, 1878.
3. Crépin (F.) — *Manuel de la Flore de Belgique,* 5e édition, 1885.
4. Delogne (C.) — *Flore cryptogamique de Belgique.* I. Muscinées. Bruxelles, 1883.
5. Delogne (C.) — *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, XXI, 1882.
6. De Wildeman (E.) — *Flore des Algues de Belgique,* 1896.
7. Goffart (J.) — *Nouveau manuel de la flore de Belgique.* Liége.
8. Hauman et Balle. — *Catalogue des Ptéridophytes et Phanérogames de la flore belge.* Gembloux, 1934.
9. Koch (W.) — *Jahrb. St Gall. Nat. Ges.* B. 61, 1925.
10. Massart (J.) — *Pour la protection de la nature en Belgique.* Bruxelles, 1912.
11. Michel (E.) — *Les Naturalistes Belges.* Déc. 1921 et juin 1932.
12. Mönkemeyer (W.) — *Die Laubmoose Europas.* Leipzig, 1927.
13. Müller (K.) — *Die Lebermoose.* Rabh. Kr. Flora.
14. Tüxen (R.) — *Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands.* Hannover, 1937.

ÉTHOLOGIE DU *CROCUS* (SAFRAN)

(SUITE)

par **Emma FRITSCHÉ.**

Professeur honoraire au Lycée de l'Etat à Seraing et à l'Ecole normale moyenne de l'Etat à Liége.

Dans un article paru sous ce titre dans le Bulletin t. LXXI fasc. 2, 1939, il n'a été question que des caractères extérieurs ; nous allons aborder aujourd'hui l'étude anatomique. Deux points principaux ont attiré notre attention :

1. L'allongement du pédoncule ;
2. L'anatomie des feuilles.

Pour chacun d'eux, nous exposerons d'abord les faits, nous les ferons suivre d'une discussion et de conclusions.

1. PÉDONCULE. Rappelons (fig. 3. Pl. I) (1) que l'ovaire du *Crocus* est situé à une profondeur de 6 à 7 centimètres, le périanthe est donc en partie souterrain ; il est formé d'un long tube dont les six divisions supérieures s'étalent au-dessus du sol en formant un entonnoir. Les filets des étamines sont très longs ainsi que les styles, de sorte que les anthères et les stigmates sont étalés au-dessus du sol ; la fécondation croisée s'effectue par les visites des abeilles qui se rendent indistinctement sur toutes les espèces réunies côte à côte. Nos observations ont porté sur les Crocus à floraison printanière dont les espèces ne présentent pas de différences notables au point de vue qui nous occupe.

Le fruit grossit dans le sol et le sommet apparaît après trois ou quatre semaines (fig. 5. Pl. II) ; une dizaine de jours plus tard, il est porté à une hauteur de 5 à 6 centimètres, par le pédoncule qui est rigide et qui s'est allongé verticalement de bas en haut ; après un jour ou deux, il se courbe, le fruit s'incline et se couche sur le sol (fig. 8. Pl. II *a. b*), en même temps qu'il s'ouvre en trois valves et répand ses graines.

(1) Les planches I, II et III contenant les fig. de 1 à 19 accompagnent la 1e partie publiée en 1939 ; les planches IV et V figurent dans ce Bulletin.

Bulletin de la Société de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 12 avril 1941.

Le pédoncule joue donc pendant toute la fructification, le rôle d'un piston ; pour expliquer ce mécanisme, il faut pratiquer des coupes microscopiques à divers âges et à différents niveaux. La fig. 20. Pl. IV. *a* représente un pédoncule avant la floraison, sa longueur est à peine de un centimètre. Des coupes longitudinales permettent de constater que les cellules du parenchyme sont à parois minces (fig. 20, *b*) remplies par un protoplasme dense, un gros noyau (fig. 20). Elles ne sont plus en voie de division.

A un âge plus avancé, c'est-à-dire au moment où le pédoncule a poussé le fruit jusqu'au niveau du sol (fig. 22), les cellules, dont les parois sont restées minces, se sont toutes allongées, mais tandis que celles du niveau *a* n'ont que le double de la longueur des précédentes, celles du niveau *b* sont six à sept fois plus longues et celles du niveau *c* dix à douze fois. De plus, un suc cellulaire de plus en plus abondant remplit l'espace laissé par le protoplasme.

Enfin, au moment où le fruit est à une hauteur de six centimètres au dessus du niveau du sol, les cellules de la base du pédoncule se sont encore allongées et toutes les cellules ont sensiblement la même longueur dans toutes les régions du pédoncule. Dès ce moment, ce dernier ne s'allonge plus, mais il s'infléchit sous le poids du fruit, il se flétrit.

Discussion. L'allongement des pédoncules n'est pas un fait extraordinaire, on le constate aisément par exemple dans les poires, certaines pommes, les cerises, où il est accompagné d'un renforcement à mesure du grossissement des fruits.

Chez les Tulipes, l'allongement est très apparent, on le voit surtout lorsque les fleurs sont placées dans un vase.

Les Pavots ont le pédoncule flasque et courbé avant la floraison ; il se raidit au contraire pendant l'épanouissement de la fleur et pendant la déhiscence du fruit : on sait que le balancement provoqué par le vent fait sortir les graines minuscules, par les ouvertures supérieures, elles sont disséminées dans toutes les directions.

La Vallisnérie offre encore un exemple plus typique, car son pédoncule porte la fleur femelle au niveau de l'eau, tandis que la fleur mâle s'est détachée et flotte. Après la fécondation, le pédoncule femelle s'enroule en spirale et attire ainsi l'ovaire au fond de l'eau.

On citerait beaucoup d'autres exemples d'allongement des pédoncules, mais ils répondent rarement à des circonstances aussi particulières que chez le Crocus dont l'ovaire est souterrain. Il serait d'ailleurs intéressant de rechercher si la raideur est toujours due uniquement à la turgescence des cellules du parenchyme. Il est certain que dans le cas du *Crocus*, l'absence de sclérenchyme répond à un avantage qui permet la courbure au moment de la déhiscence ; les graines, en effet, doivent être répandues sur le sol, à la portée des fourmis qui se chargent de les disséminer.

On pourrait être étonné de ce qu'une poussée assez forte soit réalisée rien que par la turgescence, mais il faut remarquer que le fruit n'a pas une grande résistance

à vaincre dans son ascension, car il glisse aisément dans l'étui formé par les gaines écailleuses.

Conclusion : Le pédoncule du Crocus est adapté à son rôle qui est de pousser le fruit au dessus du sol et de le coucher par terre au moment opportun.

II. Les feuilles. Les fig. 2, 3 et 4 de la Pl. I nous ont appris qu'elles sont de deux sortes : *a*) les écailles en forme d'étuis protégeant le bourgeon ; elles n'ont pas de limbe et sont insérées tout à la base du tubercule, où les entrenœuds sont très courts ; *b*) les feuilles végétatives (fig. 4, Pl. I et fig. 23, Pl. IV) au nombre de six à huit, échelonnées jusqu'au sommet du tubercule ; chacune possède une gaine close ayant la forme de la partie du tubercule qu'elle entoure, surmontée d'un pétiole et d'un limbe rubané (Les bractées et les pièces florales n'ont pas été examinées).

Des coupes successives ont été pratiquées au différents niveaux indiqués sur la figure 23. Les dessins de ces coupes ont la face inférieure vers le bas, tandis que la feuille entière qui est à côté montre sa face supérieure.

La coupe *a* est prise dans la région du limbe qui se trouve immédiatement au dessus du sol ; une grosse nervure médiane proémine et les bords sont enroulés vers la face dorsale ou inférieure ; les nombreux stomates, figurés par de gros points, sont ainsi cachés ; l'épiderme dorsal est criblé de stomates, tandis que l'épiderme ventral ou supérieur, ainsi que la portion dorsale qui correspond à la nervure, en sont dépourvues (fig. 24).

Le *parenchyme* chlorophyllien est disposé en palissade tout le long de l'épiderme supérieur ; ailleurs il est spongieux, mais dans la portion médiane qui correspond à la grosse nervure, les cellules sont déchirées et laissent un espace vide : lacune. La comparaison de cette coupe avec celles des niveaux inférieurs montre : 1. que les stomates sont très rares dans les parties situées au dessous du niveau du sol ; 2. que la lacune n'existe pas dans le pétiole ni dans la gaine. En outre, le parenchyme de la gaine est parcouru par un réseau de fibres à parois épaisses, résistantes qui persistent après la nécrose.

Les gros *faisceaux* (fig. 25) ont le bois formé de quelques trachées et de quelques vaisseaux, le liber est bien représenté ; les petits faisceaux (fig. 26) sont réduits à une ou deux trachées et une ou deux cellules grillagées. Les faisceaux du limbe sont en outre accompagnés de cellules scléreuses. L'anatomie des faisceaux ne présente donc rien de particulier.

Leur ensemble forme ce que l'on appelle une *trace foliaire*, et on est immédiatement frappé de la petitesse du faisceau médian (M fig. 23, Pl. IV), tandis que les deux latéraux L L sont relativement énormes. Rappelons que, en règle générale, la trace foliaire se compose d'un médian M, plus gros et plus long que les autres, de deux latéraux L, L et de deux marginaux. Entre ces gros faisceaux s'intercalent

souvent d'autres faisceaux plus petits, représentés respectivement par les lettres *i*, *c*, *u*. La formule peut donc être :

u' u'' u m c L *i* M *i* L *c m u u' u''*

C'est à cette formule que répond la trace foliaire du *Crocus* ; mais avec un M très petit et avec certains *u* très gros !

Des coupes effectuées dans le limbe d'une feuille très jeune, ayant à peine un centimètre de longueur, prise dans un bourgeon d'automne, possèdent déjà l'allure générale du limbe adulte et contiennent les deux L différenciés, avec deux trachées et quelques cellules grillagées, tandis que le M n'est marqué que par trois ou quatre cellules de procambium. Il se différencie donc après les autres faisceaux.

Cela étant, suivons-le dans toute la feuille : on le retrouve aux niveaux *b*, *c*, *d*,... fig. 23 avec les mêmes caractères. Il pénètre dans la gaine en même temps que les deux L s'en écartent ; la fig. 27, Pl V a été obtenue par projection après macération à la potasse ; les gros faisceaux sont dessinés en traits pleins, le M en traits interrompus, et le réseau de fibres, en pointillés. Le M arrive donc en contact avec le tubercule, immédiatement en dessous du bourgeon aissellaire. Il pénètre dans le tubercule où on le retrouve en face des faisceaux gemmaires et où les traces foliaires se reconnaissent aisément jusque dans la moitié inférieure. La fig. 29 est une coupe faite dans la partie supérieure du tubercule, et passant par deux traces foliaires. Le parcours entier d'une trace foliaire est reconstitué dans le schéma fig. 28 : Du sommet s'écartent les deux marginaux : *m* desquels se détachent aussitôt les deux L ; ceux-ci envoient chacun une faible anastomose vers le milieu pour constituer le M qui descend, libre et grêle, jusque dans la partie inférieure du tubercule.

A mesure que le limbe s'élargit on voit les faisceaux ultimes : *u*, *u'*, *u''*... se détacher successivement des marginaux pour s'y rejoindre plus bas en pénétrant dans le pétiole puis dans la gaine où la trace foliaire redevient :

u m c L M L *c m u*

A ce point de vue, les écailles présentent à peu près le même aspect que les feuilles, la fig. 30 est la région du sommet de l'une d'elles, où le M est le résultat de deux anastomoses provenant des L.

Quant aux feuilles toutes jeunes, prises de plantules comme celles des figures 3, 4, Pl II, elles ne possèdent pas de M. Leur trace foliaire se réduit à *m c* L L *c m* (fig. 31, Pl IV).

Discussion. *Lacune.* La présence d'une lacune est ordinairement en rapport avec le milieu aquatique, or les *Crocus* peuvent croître dans les endroits les plus arides, cette structure est donc en contradiction avec le mode de vie actuel ; il faut considérer la lacune comme un caractère ancestral. Certains auteurs, en effet, ont des raisons de croire que les premières Monocotylées apparues sur le globe

étaient aquatiques. La lacune qui a persisté dans le limbe du *Crocus* serait une preuve de plus à l'appui de cette hypothèse..

Citons G. Henslow (1911) déjà mentionné par A. Gravis dans un travail encore inédit sur l'« Anatomie des plantules ». « Soutient que chez les Monocotylées aussi, l'un des cotylédons fait entièrement défaut... adaptation à la vie aquatique... disparition de surface foliaire ».

Miss Sargant, p. 331 (1), cite du professeur Jeffrey le passage suivant : « Dans » le présent état de nos connaissances, nous avons apparemment justifié de con- » sidérer les Monocotylées comme un type strictement monophylétique et un » groupe spécialisé, dérivé du dicotylé ou d'une souche parente, possible par adap- » tation comme par exemple, à un mode de vie aquatique » et p. 345 (1) dans ses *Conclusions*, l'auteur dit : « il n'est pas douteux que l'origine de la descendance » des Monocotylées doive se trouver dans leur Morphologie ».

Quant à l'enroulement des deux bords du limbe, qui a pour effet de protéger la partie de l'épiderme criblée de stomates, on peut le considérer comme étant une adaptation ultérieure à la vie des endroits secs où les Crocus peuvent végéter actuellement.

Ainsi constitués, les *Crocus* supportent également bien les endroits secs et les lieux inondés, ainsi que le témoigne l'observation signalée dans la première partie de cette étude et figurée n° 18, Pl III.

Il faut encore remarquer que la structure générale de la gaine est toute différente de celle du limbe : absence de chlorophylle, rareté des stomates, présence d'un réseau de fibres qui persiste après la nécrose et forme une enveloppe protectrice autour du bulbe.

On peut donc conclure que chaque partie d'une feuille de *Crocus* possède une structure en rapport avec sa situation et le rôle qu'elle doit remplir.

Occupons-nous maintenant de la *trace foliaire*, qui chez les *Crocus*, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, possède un médian plus grêle et plus court que les latéraux, qui se différencie après eux ; qui est même absent dans les premières feuilles d'une plantule.

Or, d'après Gravis (2) p. 8 « Le médian est généralement le plus gros et le plus » long de tous les faisceaux ». Le cas du *Crocus* constitue donc une exception à la règle générale établie par cet auteur.

Rappelons d'autre part, le passage suivant du même travail : « L'expression » *trace foliaire* désigne l'ensemble des faisceaux qui descendent d'une feuille dans » la tige. Cet ensemble affecte une forme variable d'un type architectural à un » autre, mais il est constant et parfaitement reconnaissable dans les espèces d'un » même groupe systématique ou biologique. Plusieurs types d'architecture ont » déjà été reconnus : il importe de continuer cette étude qui promet des résultats

(1) Ethel Sargant. *The evolution of Monocotylédons*. Botanical gazette. May 1904.

(2) A. Gravis. *Théorie des traces foliaires*. Bruxelles, H. Hayez, imprimeurs de l'Académie royale de Belgique. 1934.

» intéressants au point de vue de la Morphologie et de l'Évolution du règne végétal, » comme aussi au point de vue de l'Éthologie ».

Et p. 9 « Il est maintenant établi que dans la recherche des types, il faut s'at- » tacher à la composition des traces foliaires et à leur agencement. Les ramifications » et les anastomoses des faisceaux sympodaires sont bien moins importantes, » ainsi que O. Lignier l'a signalé un des premiers ».

L'anomalie que présente le médian dans le Crocus est donc une caractéristique de ce genre.

Dans le même travail de A. Gravis, on trouve au bas de la page 9, une note intéressante : « Chez les Cryptogames vasculaires, les traces foliaires ne possèdent » pas de faisceau médian (1). Peut-être y a-t-il là un caractère architectural de » première importance. Il est à noter que le cotylédon des Monocotylées ne con- » tient que deux faisceaux ».

Le même auteur a du reste entrevu d'autres exceptions qu'il a signalées dans un ouvrage non encore publié « *L'anatomie des Plantules* » où il constate que les » traces foliaires des cotylédons répondent aux formules M, ou L M L, ou encore » *m* L M L *m* ; mais, dit-il, il est plus rare de trouver deux L ou quatre *m* L L *m* ; » la nervure médiane M peut être très grêle et courte (*Crinum*), elle peut même » manquer complètement (*Fagus*) ».

D'après tout cela, il semble que l'absence et la petitesse du M dans le *Crocus*, corresponde à une structure primitive.

Il ne faut pas la considérer comme accidentelle, car elle n'est pas comparable à celle de la préfeuille de l'*Ornithogalum caudatum* étudié par H. Lonay (2) dont le développement du M a été arrêté par l'effet d'une compression que subit cet organe. Les autres feuilles de cette plante possèdent en effet un médian normal.

Chez le *Crocus*, au contraire, l'anomalie du médian est générale et d'autant plus accentuée qu'elle se rapproche de l'état jeune. Elle ne peut être imputée qu'à un phénomène d'atavisme.

Et puisque A. Gravis voyait dans les triades des plantules une association du bois centripète et du bois centrifuge rappelant l'organisation diploxylée des Lépidodendrées et des Sigillariées, constituant un bel exemple de la loi de Serres : L'ontogénie répète la phylogénie (3), il semble qu'il soit permis de considérer le genre *Crocus* au point de vue phylétique comme rappelant les Cryptogames vasculaires, dont l'absence du M aurait persisté jusque dans la première feuille de la plantule, et dont le développement n'aurait pas atteint toute son ampleur dans les autres feuilles.

Le M du *Crocus* n'est donc pas atrophié, mais bien en voie de développement ; ce n'est pas un dégénéré, mais un précurseur retardataire.

---

(1) C'est ce que cet auteur figure Pl. 15, nos 3 et 7 de sa *Morphologie végétale*.

(2) H. Lonay, *Ornithogallum caudatum*. Mémoires de la Soc. r. des Sciences de Liége. Troisième série. Tome IV nov. 1902.

(3) A. Gravis, *Urtica dioica*.

Signalons en passant que les traces foliaires du *Crocus* figurent dans un travail de A. ARBER (1), mais l'auteur se borne à représenter quelques coupes transversales dans les feuilles adultes de quelques espèces, sans en poursuivre le parcours dans aucune d'elles. C'est une erreur de méthode qui a conduit cet auteur à la confusion regrettable qui lui a fait ranger une coupe dans un pétiole de *Marrubium* à côté des coupes du *Crocus* (p. 120). Nous verrons plus loin que cette Labiée répond à un type différent.

Le grand travail de Melle ARBER nous fait encore connaître d'autres exemples de traces foliaires dont le M est plus petit que les autres, mais ses observations sont dans chacun des cas, trop incomplètes pour pouvoir émettre une conclusion au sujet de la valeur morphologique du groupe LML, des plantes citées dans ce travail, car l'auteur se borne à l'étude d'un seul niveau et d'un seul stade.

Cette méthode est insuffisante ainsi que A. MONOYER le fait justement remarquer dans l'un de ses nombreux travaux (2) ; parlant de l'étude des faisceaux, l'auteur écrit p. 70 : « Examinons ces méthodes : DE BARY se borne à l'observation d'une » coupe transversale dans un entrenœud et d'un sommet de tige éclaircie par » la potasse. L'étude par transparence d'une tige éclaircie conduit presque fata- » lement à des erreurs, ainsi que A. GRAVIS l'a démontré dès 1898 (*Tradescantia* » *virginica* p. 81). Quant à l'examen d'une seule coupe transversale, il ne permet » pas d'établir un type de structure. En effet, la structure varie suivant l'âge, » le niveau, la hauteur et les conditions biologiques.

» C'est ce que A. GRAVIS a illustré dans son « *Urtica dioïca* » 1885. Dans cet » ouvrage l'auteur insiste presqu'à chaque page sur les variations anatomiques » considérables observées dans une espèce déterminée et même aux différents » niveaux d'un seul individu.

« Il est donc de toute évidence que les types anatomiques basés sur l'étude des » traces foliaires et établis par des auteurs tels que FALKENBERG et de BARY, qui » n'ont étudié qu'une portion d'un seul individu, sans se préoccuper ni de l'âge, » ni de la hauteur, ni du niveau, ni des conditions biologiques, doivent être consi- » dérés comme ayant une importance discutable. Nous comprenons donc parfai- » tement l'opinion de CHAUVEAUD à leur égard.

« Par contre, certains travaux d'anatomie moderne et particulièrement ceux » sortis de l'École de Liége, ne peuvent être confondus avec les productions clas- » siques allemandes » (3).

Nous ne pouvons nous empêcher de dire que le travail de Melle ARBER cité plus haut présente aussi de grandes lacunes.

---

(1) AGNES ARBER, *Monocotylédons a morphological study*. Cambridge at the university press. 1925.

(2) A. MONOYER. *Les Variations vasculaires dues à la manière d'être des feuilles et l'établissement des types de structure*. Bull. Soc. r. de Bot. de Belgique. Tome LXII, fasc. 1, 1929.

(3) Ce travail contient une liste des principaux auteurs de l'école de Liége, p. 71 et 72, qui se sont occupés des traces foliaires.

En dehors de l'étude qui nous occupe pour le moment, citons que le M peut encore présenter une autre anomalie : il peut se bifurquer.

A. Gravis dans sa *Théorie des traces foliaires*, p. 39, signale le *Calycanthus floridus* comme exemple de cette structure particulière : « C'est un arbuste à feuilles op-» posées. Sa tige, dont la sectin est carrée, reçoit de chaque feuille trois faisceaux ; » un gros, médian, qui rentre dans la couronne normale, et deux petits, latéraux, » qui se jettent dans les massifs libéro-ligneux qui occupent les quatre angles. » Chaque faisceau M se divise vers le bas en deux lobes qui sont marqués $\frac{M}{2}$ (fig. 65).

L'auteur cite d'ailleurs O. Lignier. *Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées*. Thèse présentée à la faculté des Sciences de Paris 1887. « Les faisceaux L, en pénétrant dans la tige, opèrent sur eux-mêmes » une torsion de 180°. Deux autres traces foliaires : L $\frac{M}{2}\frac{M}{2}$ L, se trouvent à droite » et à gauche ; quatre sympodaires séparent les traces les unes des autres ».

Et page 61 de son manuscrit « *Anatomie des plantules* » dans la partie qui traite *La Mercuriale*, A. Gravis dit : « Cotylédon, la nervure M se bifurque vers le bas. » Cette même bifurcation s'observe à la base de pétioles d'autres plantes. Il ne » faut pas être surpris de constater les mêmes faits dans les cotylédons ».

C'est à ce propos que M. Monoyer a eu la bienveillance de me signaler un travail de A. Willam (1) où la formule de la trace foliaire des feuilles étudiées se modifie de haut en bas :

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & & & & M & & & & \\
 & & & i & M & i & & & \\
 & & & i & M & i & & & \\
 & L & i & \frac{M}{2} & x & \frac{M}{2} & i & L & \\
 & L & i & \frac{M}{2} & x & \frac{M}{2} & i & L & \\
m & L & i & \frac{M}{2} & x & \frac{M}{2} & i & L & m
\end{array}$$

où l'auteur désigne par x un faisceau très petit « réduit à une seule cellule qui ne » se colore même pas par les colorants typiques du bois. Ce faisceau est vraisem-» blablement une partie du médian très atrophié ». Ce serait un faisceau *résiduaire* ? D'après cette étude, on admettra aisément que le *Marrubium* de Mᵉˡˡᵉ Arber appartient à la catégorie des faisceaux bifurques.

Si maintenant l'on envisage les observations de Chauveaud (2) où l'auteur

(1) A. Willam, Note sur la structure vasculaire de quelques Labiées, dans l'A. F. A. S.

(2) A. Chauveaud. *Origine secondaire du double faisceau foliaire chez les Sapins* (Abies) *et les Pins* (Pirus). Annales des Sciences naturelles, 8ᵉ série, Botanique, Tome X, 1904.

démontre d'une façon péremptoire que le double faisceau des feuilles de ces Conifères (p. 347) était primitivement un seul faisceau unique. A cet effet, l'auteur s'est adressé à des feuilles très jeunes, où le M n'est pas encore divisé ; mais en observant des feuilles de plus en plus âgées, on assiste à la division du M par intercalation de tissu parenchymateux : la formule devient donc $\frac{M}{2}\ \frac{M}{2}$.

Nous devons regretter que l'auteur se soit borné à l'étude d'un seul niveau.

Par contre, A. Willam ne s'est occupé que du dernier stade ; en complétant ces observations par celles des organes de plus en plus jeunes, ne constaterait-on pas les mêmes origines du M que celles signalées par Chauveaud dans certains Conifères ?

S'il en était ainsi, on serait en présence d'une clef généalogique d'une grande importance, qui permettrait de faire dériver des Conifères les types de structure des M bifurqués.

D'autres caractères anatomiques sont communs aux Conifères et aux Dicotylées, comme par exemple le Cambium et les productions secondaires de la zone cambiale qui fonctionne de la même manière chez les arbres des deux classes.

Tandis que les Monocotylées, n'ayant pas de cambium, ressemblent en cela aux Cryptogames vasculaires ; les Monocotylées ne renferment, en effet, pas d'*arbres* dans le vrai sens du mot.

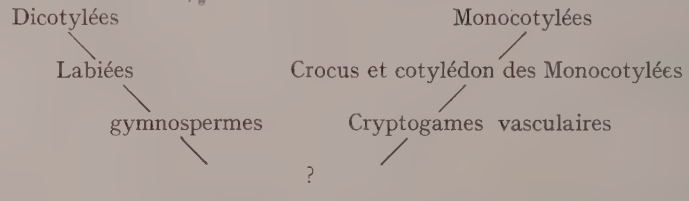
Résumé et conclusions. A. Gravis avait entrevu deux catégories d'exceptions à la règle générale des traces foliaires chez les Phanérogames :

1. Le M peut être absent ou plus faible que les latéraux ;
2. Le M peut se bifurquer.

Un bel exemple de la première nous est donné par les espèces printanières du genre *Crocus*. C'est un type caractéristique de structure anatomique. Il rappelle les Cryptogames vasculaires.

Certaines Labiées, de même que *Calycanthus floridus Mercurialis*, etc... appartiennent à la deuxième catégorie d'exceptions ; ils semblent plutôt se rattacher aux Conifères. De nouvelles recherches confirmeront ou infirmeront cette dernière hypothèse.

Au cas où elle s'affirmerait, on pourrait dresser l'arbre généalogique suivant :



dont la branche droite est démontrée par l'étude présente, tandis que la gauche demande des preuves fondées sur de nouvelles recherches.

Rappelons que les hypothèses sont nécessaires à la condition d'être vérifiées.

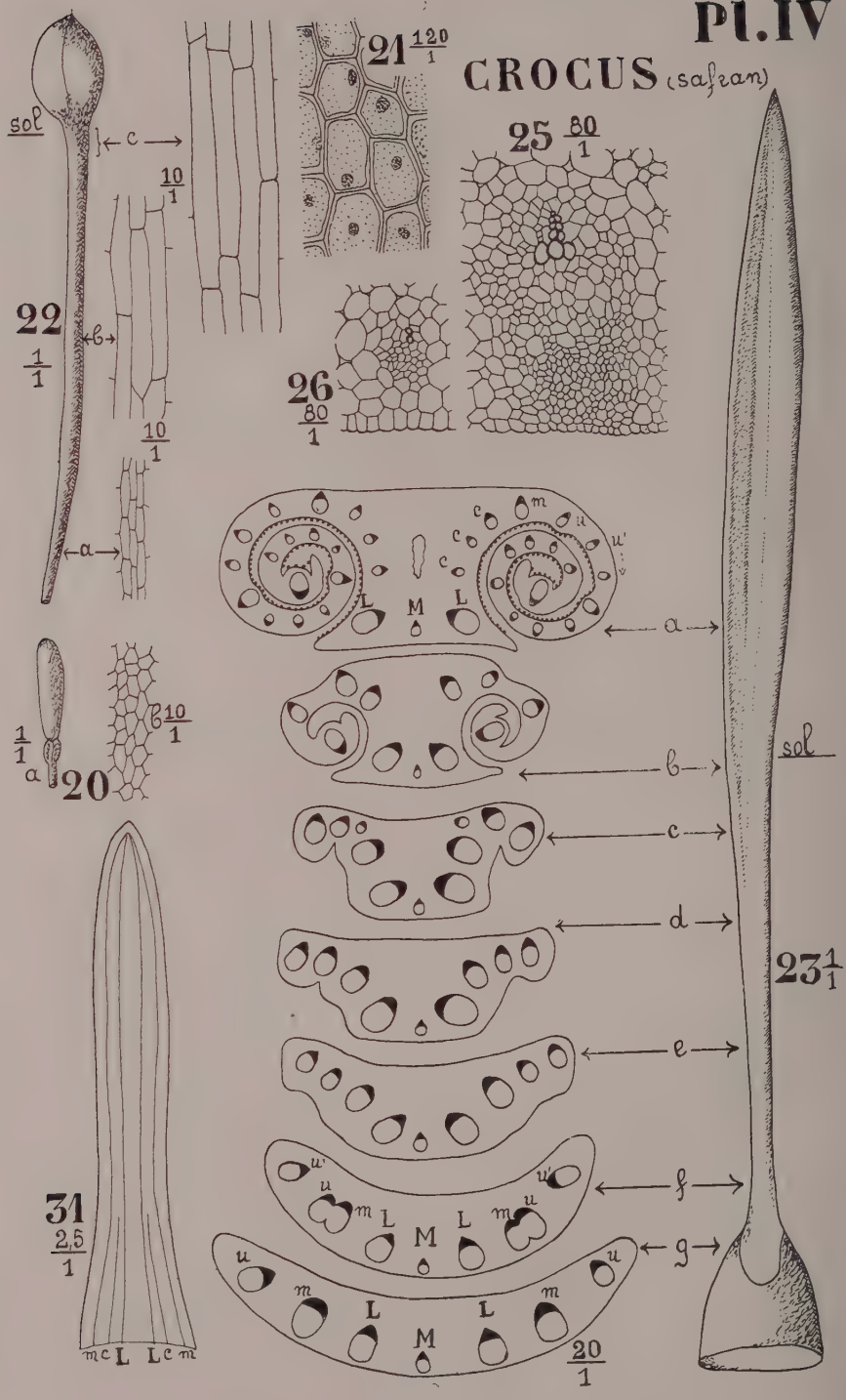
A. GRAVIS commence sa « *Théorie sur les traces foliaires* » par une citation de H. POINCARÉ : « On fait la science avec des faits comme on construit une maison » avec des pierres ; mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un » tas de pierres n'est une maison ».

Et il termine : « Actuellement les progrès de l'anatomie végétale semblent dépendre de l'étude attentive des traces foliaires, de leur composition, de leur » agencement. Cette étude est peu avancée encore : elle exige, en effet, de patientes » observations et beaucoup de méthode. Il importe surtout d'éviter les généralisations hâtives. Le présent travail doit être considéré comme un premier essai » d'orientation destiné à « faire le point » et à guider les recherches ultérieures ».

Je serais très heureuse si mes humbles observations pouvaient constituer une petite pierre qui trouverait sa place dans le vaste édifice dont les fondements sont établis solidement par un Maître avisé.

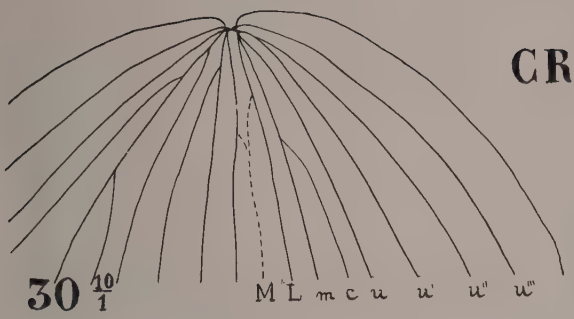
Pl. IV

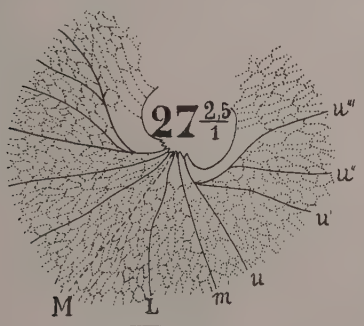
CROCUS (safran)

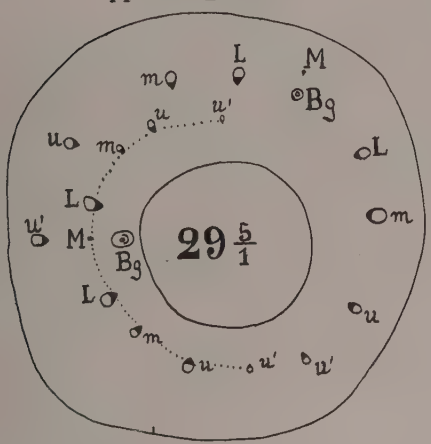


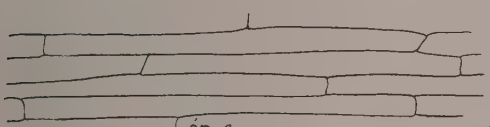
Pl. V

CROCUS (safran)

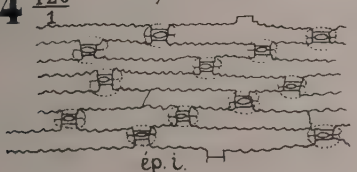


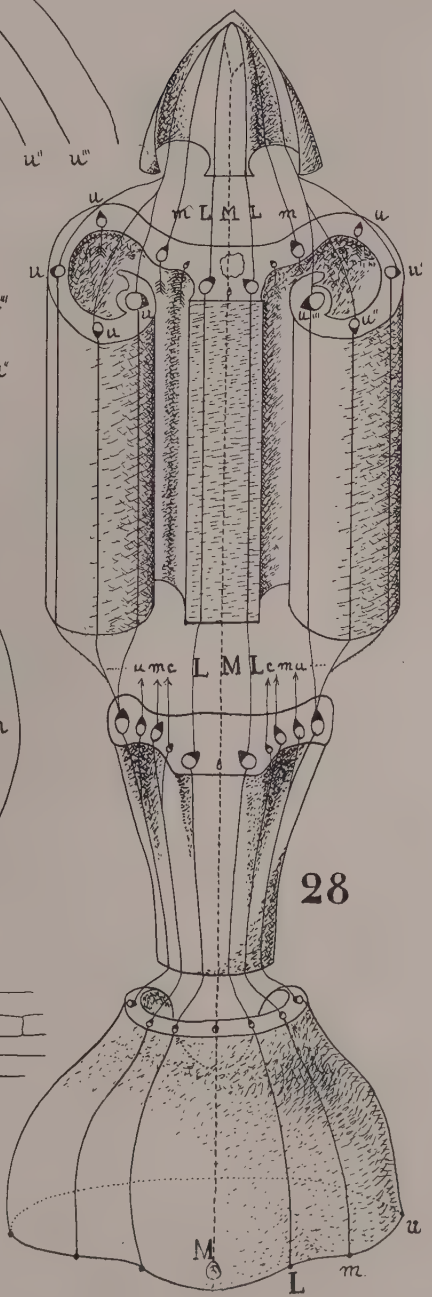






24 120/1





SÉANCE DU 7 DÉCEMBRE 1941

Présidence de M. P. VAN OYE, président.

La séance est ouverte à 14 h. 30.

Sont présents : MM. Autome, Beeli, Castagne, A. Conard, De Langhe, Demaret, Duvigneaud, Ferrand, Fröschel, le rév. Père Henrard, M. Homès, le rév. abbé Jungers, MM. Kufferath, Lathouwers, Léonard, M. et Mme Marlier, MM. Matagne, Persy, Robyns, Symoens, Van den Berghen, van Oye, Melle Van Schoor et le secrétaire.

Se sont fait excuser : Melle Fritsché, MM. Martens, Van Aerdschot et Van Meel.

M. le président fait part du décès de M. P. Hardy et de celle de M. H. Schinz, membres de la Société.

Le secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Robyns, vice-président de la Société, annonçant que le jury du prix F. Crépin a décidé de décerner, pour la période 1938-1940, cette distinction à M. P. Duvigneaud, pour l'ensemble de ses travaux sur les Lichens.

L'assemblée entend ensuite les communications suivantes :

M. W. ROBYNS, Note sur un nouveau cas de polyembryonnie chez le *Juglans nigra*. (voir ce Bulletin, p. 167).

M. E. DE LANGHE, Note sur *Carex nemorosa* Reben. (voir ce Bulletin, p. 174).

M. M. HOMÈS. — La définition de l'état d'hydratation des tissus végétaux (voir ce Bulletin, p. 178).

Mlle G. VAN SCHOOR. — La croissance de *Tradescantia fulminensis* en fonction de l'éclairement (voir ce Bulletin, p. 184).

La séance est levée à 16 h. 30.

SUR UN NOUVEAU CAS DE POLYEMBRYONIE DANS LE *JUGLANS NIGRA* L.

par **W. ROBYNS.**

En 1938 (1), nous avons décrit un cas de polyembryonie dans une noix de *Juglans nigra* L., ou Noyer d'Amérique, qui, à la germination, avait produit trois plantules viables. C'était le premier cas de polyembryonie signalé dans le genre *Juglans* et dans la famille des Juglandacées.

La noix polyembryonnaire provenait du grand noyer noir du bas du Jardin botanique de l'État, situé dans la pelouse près de l'étang, du côté de la rue Gineste, appartenant au groupe du *J. Pitteursii* Morr. et que nous considérons comme une variété de culture du *J. nigra*.

En 1938, nous avions fait stratifier un certain nombre de fruits de l'arbre dont provenait la noix polyembryonnaire, mais les semis, faits au printemps 1939, n'ont montré aucun développement anormal.

En avril 1941, M. J. Hannsens, d'Uccle, qui nous avait déjà procuré la noix polyembryonnaire étudiée en 1938, nous apportait trois noix polyembryonnaires qui, à la germination, avaient produit chacune deux plantules bien développées. Deux de ces noix provenaient de nouveau du *J. nigra* (*J. Pitteursii*) du Jardin botanique de l'État, tandis que l'autre noix provenait du noyer noir de la Place de l'Industrie à Bruxelles.

L'étude systématique de ce dernier arbre a montré qu'il s'agit également d'un spécimen du *J. Pitteursii*, c'est-à-dire que les trois noix en question proviennent de la même variété de culture du *J. nigra* que la noix à trois plantules de 1938.

Nous avons étudié spécialement la noix polyembryonnaire provenant du noyer noir de la Place de l'Industrie et vu l'intérêt que présente ce nouveau cas de polyembryonie, nous décrivons ci-après le phénomène, pour essayer ensuite d'en donner une interprétation.

---

(1) W. Robyns. Sur un cas de polyembryonie dans le *Juglans nigra L.* Ann. Soc. Scient. Brux., sér. 2, LVIII, pp. 120-129, I pl. (1938).

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 7 décembre 1941.

1. — Description des faits.

Le fruit en question a les dimensions moyennes d'une noix de *J. Pitteursii*. Sous l'effet de la germination, l'endocarpe s'est ouvert au sommet suivant les nervures médianes des carpelles, pour livrer passage aux hypocotyles de deux plantules (Planche I, fig. 1).

Si l'on écarte les deux valves v1 et v2 (Planche I, fig. 2 et 3), on constate qu'à l'intérieur de la noix les deux plantules sont enveloppées dans un seul et même spermoderme, déchiré par suite de la germination et désigné *s* dans toutes les figures de la planche I.

Les deux plantules, désignées respectivement *a* et *b* dans toutes les figures de la planche I, présentent la conformation générale caractéristique des embryons de *Juglans*, avec les cotylédons bilobés, mais elles sont de dimensions fort inégales.

La plantule *a*, qui est de loin la plus développée, occupe la plus grande partie de l'intérieur des deux valves et est disposée exactement comme dans une noix à un seul embryon. Ses cotylédons a^1 et a^2 se prolongent jusque dans les fonds de la cavité de chacune des valves, qu'ils remplissent entièrement de leurs lobes retroussés par le milieu (Planche I, fig. 4). Toutefois, le cotylédon a^1 est légèrement plus développé que le cotylédon a^2 (Planche I, fig. 7).

La plantule *b*, beaucoup plus petite, se trouve au-dessus et à cheval sur la plantule *a*, sur laquelle elle est directement appliquée dans le plan médian de déhiscence des valves, de telle sorte qu'elle a également un de ses cotylédons dans chacune des valves (Planche I, fig. 5, 6 et 9). Ces cotylédons sont bien plus petits que ceux de la plantule *a* et leurs lobes n'arrivent pas jusque dans les fonds de la cavité des valves (Planche I, fig. 9). Ils sont très étroitement modelés sur le corps central des cotylédons de la plantule *a* (Planche I, fig. 5 et 6). Aussi sont-ils minces et lamellaires, avec un lobe extérieur beaucoup plus grand que le lobe intérieur, qui est appliqué directement sur le corps cotylédonaire de la plantule *a* (Planche I, fig. 9). Les lobes sont dépourvus de retroussement médian ; seul le plus grand lobe du cotylédon b^1 est légèrement échancré à l'extrémité (Planche I, fig. 8).

Les dimensions des différentes parties des deux plantules en question, données ci-après, permettent de se faire une idée de leur développement respectif (Planche I, fig. 7 et 8).

Plante a : hypocotyle : 26 mm.
cotylédon a^1 : deux lobes de 19 et 21 mm.
cotylédon a^2 : deux lobes de 18 et 20 mm.
tigelle : 6 mm.

Plante b : hypocotyle : 21 mm.
cotylédon b^1 : deux lobes de 11 et 15 mm.
cotylédon b^2 : deux lobes de 9 et 14 mm.
tigelle : 4 mm.

Le schéma de la fig. 9 de la planche I montre la position respective ainsi que le degré de développement des cotylédons des deux plantules, entourés ensemble d'un seul et même spermoderme, à l'intérieur des valves de la noix. On y voit fort bien que les dimensions restreintes ainsi que l'inégalité des cotylédons de la plantule *b* proviennent du fait qu'ils ont été fortement gênés dans leur développement par le volume de l'appareil cotylédonaire de la plantule *a*. Il importe, en outre, de tenir compte des pressions mécaniques que subissent les cotylédons de la plantule *b* à l'intérieur des valves et qui sont, sans doute, aussi responsables du peu d'épaisseur des lobes cotylédonaires. Enfin, il faut remarquer que les appareils cotylédonaires des deux plantules montrent un développement pour ainsi dire parallèle, les cotylédons les plus développés de chaque embryon : a^1 et b^1, se trouvant dans la même valve v^1, qui est légèrement plus grande que la valve v^2. Ce parallélisme de développement n'est pas sans intérêt pour la recherche de l'origine de ce cas de polyembryonie.

2. — Interprétation.

1° Il ne peut y avoir de doute que les deux plantules que nous venons de décrire proviennent de deux embryons à radicule supère, qui s'étaient formés à l'intérieur d'une seule et même graine.

En effet, les figures 1, 2, 3, 4 et 9 de la planche I montrent que les deux plantules sont entourées d'un seul et unique spermoderme, qui tapisse entièrement la paroi interne des deux valves et enveloppe complètement les deux appareils cotylédonaires, appliqués directement l'un sur l'autre. On se trouve donc bien en présence d'un cas de polyembryonie.

Dans notre note de 1938, nous n'avions pas fait mention du spermoderme et dans la planche accompagnant notre texte, nous n'avions pas cru utile de faire dessiner l'enveloppe de la graine, pour ne pas compliquer inutilement les figures.

Cette façon d'agir se justifiait d'ailleurs par le fait, bien connu, que le gynécée des *Juglans* comprend toujours deux carpelles médians, délimitant une seule cavité ovarique, portant au centre un seul ovule basilaire, orthotrope et à un seul tégument. Jusqu'à ce jour, et à notre connaissance, on n'a encore signalé aucun cas de formation de plus d'un ovule à l'intérieur de l'ovaire des *Juglans* ; on a bien décrit un cas anormal de gynécée à trois carpelles, mais il était à ovaire uniloculaire et avec un seul ovule basilaire.

Le fruit des *Juglans* ne contient donc guère plus d'une seule graine, de telle sorte qu'il était bien superflu d'indiquer le spermoderme dans les figures en question et qu'il était logique d'admettre qu'il s'agissait bien d'un cas de polyembryonie.

Toutefois, pour répondre à certains critiques, qui avaient voulu voir dans nos figures de 1938 un cas de polyspermie, ou plutôt de « Vielsamigkeit » — développement de plusieurs graines dans un fruit normalement monosperme — nous avons indiqué le spermoderme dans les figures de la planche I de cette note et nous

ajoutons que, dans la noix étudiée en 1938, il n'existait également qu'un seul et unique spermoderme autour des trois embryons directement juxtaposés à l'intérieur des valves. Nous avons d'ailleurs eu soin de conserver le matériel d'étude de 1938, tout comme celui de la présente note.

2° Il importe d'attirer spécialement l'attention sur le fait que, tout comme la noix polyembryonnaire décrite en 1938, la noix étudiée actuellement a produit à la germination deux plantules viables, phénomène plutôt rare parmi les cas de polyembryonie actuellement connus et à comparer avec l'exemple classique des *Citrus* polyembryonnaires et de quelques autres cas signalés dans notre note antérieure (1). Les deux plantules sont, il est vrai, plus petites que les trois plandules de la noix de 1938, mais ceci est simplement dû au fait que la germination de la noix à deux embryons est bien moins avancée.

3° En 1938, nous avions considéré l'unique cas de polyembryonie dans le *Juglans* comme une anomalie accidentelle et fort rare. La découverte de trois nouveaux cas, se produisant dans la même variété de culture et dont deux proviennent, en outre, du même arbre que la noix polyembryonnaire de 1938, semble indiquer que le phénomène paraît plus fréquent qu'on le croit. Signalons que la noix étudiée dans cette note a été trouvée parmi 26 noix en germination provenant du *J. nigra* de la Place de l'Industrie à Bruxelles, tandis que les deux autres noix à deux plantules, dont il a été question au début de cette note, ont été trouvées parmi 270 noix en germination provenant du *J. nigra* du bas du Jardin botanique de l'État.

Tout semble donc indiquer que, si l'on pouvait étendre les observations sur un matériel beaucoup plus abondant, on aurait des chances de retrouver plus fréquemment le phénomène. On peut d'ailleurs se demander si la polyembryonie n'est pas, d'une manière ou d'une autre, liée à la variété de culture en question, le *J. Pitteursii* présentant en quelque sorte une tendance à produire, au moins de temps en temps, des noix polyembryonnaires. De nouvelles observations nous fixeront peut-être un jour à ce sujet.

4° Quant à l'origine du cas de polyembryonie que nous venons de décrire, nous ne pouvons émettre que des hypothèses a posteriori.

Adoptant ici la classification de la polyembryonie proposée par A. Ernst (2), nous pensons, avec lui, que la cause de la polyembryonie doit être recherchée dans le processus de la fécondation.

A première vue, on pourrait certes penser qu'on se trouve ici en présence d'embryons jumeaux, provenant de la bipartition de l'oosphère fécondée. Il s'agirait

(1) Voir W. Robyns, *loc. cit.*, p. 124.

(2) A. Ernst. *Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Eine Hypothese zur experimentellen Vererbungs- und Abstammungslehre*, pp. 433-473, Jena, 1918.

alors d'un cas de polyembryonie vraie et intrasaccale, mais il serait alors fort difficile, voire totalement impossible, d'expliquer la superposition des deux embryons dans la noix, ainsi que leur développement très inégal. Ce dernier pourrait toutefois être dû à des phénomènes de nutrition.

La superposition des deux embryons semble aussi devoir écarter la possibilité d'une polyembryonie extrasaccale et nucellaire, en même temps qu'elle nous permet de suggérer l'hypothèse, qui nous paraît la plus rationnelle.

Dans notre note de 1938, nous avons rappelé que le nucelle de *J. nigra* peut occasionnellement renfermer deux ou trois sacs embryonnaires, généralement superposés. Tenant compte de la superposition des deux embryons et du développement parallèle de leurs appareils cotylédonaires sur lequel nous avons attiré l'attention plus haut, on peut donc se demander si on ne se trouve pas plutôt en présence d'un cas de fausse polyembryonie, provenant du développement des oosphères de deux sacs embryonnaires superposés ?

Cette interprétation nous paraît d'autant plus plausible que, d'après Nawaschin et Finn (1), plusieurs tubes polliniques pénètrent fréquemment après la pollination, jusqu'au centre du nucelle et même jusque dans le sac embryonnaire, de telle sorte que les oosphères de plusieurs sacs embryonnaires peuvent être fécondées dans un même ovule. Si nous ajoutons que, d'après K. Schnarf (2), la polyembryonie résultant de la fécondation de plusieurs sacs embryonnaires d'un même nucelle n'a été que rarement observée (3), on comprendra que le cas qui nous occupe est d'autant plus digne d'intérêt.

Conclusions.

La polyembryonie du *J. nigra*, découverte par nous en 1938, paraît être un phénomène plus fréquent que ne le laissait supposer notre article de 1938.

A la lumière des considérations émises à la fin de l'article précité et des faits nouveaux signalés dans la présente note, il serait certes du plus haut intérêt d'étudier en détail la fécondation et l'embryologie des *Juglans*, ainsi que la cytologie des embryons dans les cas de polyembryonie.

Ajoutons, que le fait que les noix polyembryonnaires donnent autant de plan-

(1) S. Nawaschin et W. Finn. Zur Entwicklungsgeschichte der chalazogamen *Juglans regia* und *J. nigra*, Mém. Ac. Imp. Sc. St Pétersbourg, Cl. physico-math., XXXI, 9, p. 17 (1913).

(2) K. Schnarf. *Embryologie der Angiospermen*, p. 476 (K. Linsbauer Handbuch der Pflanzenanatomie, X, 2, Berlin, 1927-1929).

(3) D'après les données bibliographiques, la polyembryonie résultant de la fécondation de plusieurs sacs embryonnaires, formés exceptionnellement dans un même ovule, a été signalée dans les espèces suivantes d'Angiospermes : *Triglochin palustre* L., *Crinum asiaticum* L., *Poa pratensis* L. et *P. compressa* L., *Alnus rugosa* (Du Roy) Spreng., *Elastostema acuminatum* Brongn., *Ulmus americana* L., *Peperomia pellucida* H. B. et K., *Cheirantus Cheiri* L. *Trifolium pratense* L. et *Hieracium flagellare* Willd.

tules viables pourrait devenir des plus intéressant pour les sélections ; les embryons syngamiques et apogamiques possédant sans doute des potentialités héréditaires différentes, d'autant plus que l'hybridation est un phénomène bien connu dans les *Juglans*.

Toutes ces considérations confirment les conclusions de notre article de 1938, à savoir : que l'embryologie comparée des Angiospermes chalazogames nous paraît encore très insuffisamment connue et mériterait d'être reprise et étudiée méthodiquement, sur des matériaux nombreux et à la lumière de nos connaissances actuelles.

Jardin Botanique de l'Etat, Bruxelles,
Décembre 1941.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Toutes les figures de la planche se rapportent à la même noix polyembryonnaire du *Juglans nigra* L. et ont été exécutées en grandeur naturelle.

Dans toutes les figures :

v^1 et v^2 = les deux valves de l'endocarpe de la noix.

a et *b* = les deux plantules dont les cotylédons sont numérotés respectivement 1 et 2, le n° 1 désignant toujours le plus grand des deux cotylédons d'une même plantule.

a^1 et a^2 = cotylédons de la plantule *a*.

b^1 et b^2 = cotylédons de la plantule *b*.

t = tigelle

s = spermoderme.

Fig. 1. — La noix en germination vue de face, montrant les deux valves entrouvertes de l'endocarpe, d'où sortent les hypocotyles des plantules *a* et *b* ; on y remarque également le bord du spermoderme *s*, déchiré par suite de la germination.

Fig. 2. — La valve v^1 vue de la face interne, avec le cotylédon a^1 de la plantule *a*, ainsi que le cotylédon b^1 de la plantule *b* ; les deux cotylédons entourés du spermoderme *s*.

Fig. 3. — La valve v^2 vue de la face interne, contenant les plantules *a* et *b* respectivement avec un de leurs cotylédons a^2 et b^2, entourés du spermoderme *s*.

Fig. 4. — La valve v^1 vue de la face interne, avec le spermoderme tapissant la paroi interne et les extrémités des deux lobes du cotylédon a^1 enfoncées dans les fonds de la cavité et retroussées par le milieu.

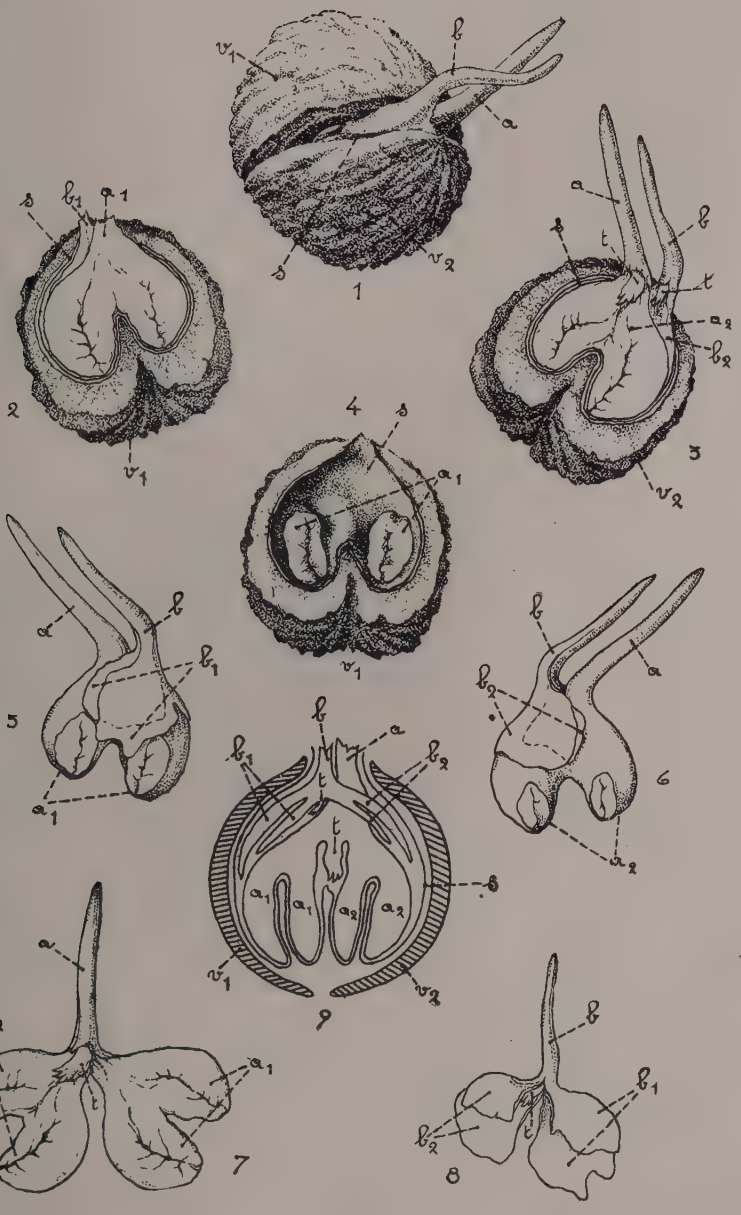
Fig. 5 et 6. — Les deux plantules *a* et *b* extraites des valves et vues des deux faces, montrant leur superposition étroite.

Fig. 7. — La plantule *a* extraite des valves et étalée, montrant le développement et les formes des cotylédons.

Fig. 8. — La plantule *b* extraite des valves, montrant le développement et les formes des lobes cotylédonaires.

Fig. 9. — Coupe schématique transversale de la noix en germination, montrant la disposition et le développement des deux appareils cotylédonaires entourés d'un unique spermoderme à l'intérieur des valves.

PLANCHE I



NOTE SUR LE *CAREX NEMOROSA* REBENTISCH.

PAR J. E. DE LANGHE.

En examinant les *Carex* de nos herbiers il nous est apparu que la plupart des échantillons étiquetés comme *Carex vulpina L.* sont en réalité des *Carex nemorosa* REBENTISCH très typiques.

Déjà en 1804 REBENTISCH reconnut la spécificité de cette cypéracée. Son opinion fut confirmée dans une publication malheureusement peu remarquée de HAUSSKNECHT (1) en 1877, ainsi que par LINDBERG (2) en 1914. En 1922 SAMUELSSON (3) communiqua les résultats de recherches étendues effectuées sur un nombre considérable d'échantillons provenant de l'Europe centrale et septentrionale. Il ne laissa plus aucun doute sur la distinction spécifique des *C. vulpina* et *nemorosa*.

En 1937, dans une belle étude, les caricologues hollandais KERN et REICHGELT (4) traitent la question pour leur pays. Ils constatent que presque toutes les plantes considérées jusqu'ici comme *C. vulpina* ne sont rien d'autre que des *C. nemorosa*, et que cette dernière espèce est beaucoup plus commune que la première. Donnant suite à cette publication, la floristique hollandaise en revint à l'ancienne opinion de Rebentisch. HEUKELS et WACHTER ont admis comme espèce le *C. nemorosa* dans leur excellent manuel de la flore des Pays-Bas (5). Cette même étude nous a inspiré à examiner la question pour notre pays et à publier la présente note. Nous nous proposons tout simplement de présenter la question à l'attention de nos collègues floristes et espérons y revenir après que les circonstances n'auront plus entravé les recherches de ce genre.

Dans la deuxième édition de sa flore CRÉPIN (6) écrivait à propos du *C. vulpina* : « La forme à épi maigre souvent interrompu à la base, à écailles verdâtres, à épillets, au moins l'inférieur, accompagnés de bractées étroites souvent très longues (var. *nemorosa* — *C. nemorosa* Willd.) est rare ». Cette description fort concise caractérise d'une façon parfaite la plante en question. Crépin connaissait donc fort bien le *Carex nemorosa*, quoiqu'il ne le considérait que comme une rare forme écologique. Il continua à le mentionner dans les éditions ultérieures.

Nous ne le trouvons pas dans le manuel de M. GOFFART (7), où nous lisons la

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 7 décembre 1941.

description suivante du *C. vulpina* : « Tige robuste, trigone, presque ailée, faces concaves, très rudes. Utricules verts, 5 mm., *nervées sur les 2 faces*, verdâtres. Inflorescence compacte, oblongue-subcylindrique, *ordinairement interrompue à la base. Ordinairement une ou deux bractées foliacées, atteignant le sommet de l'inflorescence.* Écailles ovales, mucronées. Feuilles planes 4-8 mm., très scabres en grosse touffe. Plante 40-80 cm. » (dans cette citation nous avons laissé tomber les abbréviations). Dans cette description il y a confusion des deux *Carex* : les caractères que nous avons cursivés doivent se rapporter au *C. nemorosa*, comme nous verrons tantôt.

Même les grands travaux floristiques allemands, qui ont eu de l'influence sur notre floristique, le synopsis d'Ascherson et Graebner (8) et la grande flore de Hegi (9) ainsi que la monographie caricologique de Kükenthal (10) n'ont pas saisi l'importance du *Carex* de Rebentisch et ne le considèrent que comme une forme des endroits ombragés du *C. vulpina* (*). La belle flore de Schlechtendal-Langethal-Hallier (11) au contraire en donne une description précise et en figure les formes et les couleurs de façon parfaite.

L'excellent caricologue français Husnot (12) mentionne la var. *nemorosa* du *C. vulpina* de la même façon que Crépin.

Dans le tableau ci-contre nous donnons les caractères distinctifs des *Carex nemorosa* et *vulpina*. Comme on le voit les deux plantes sont assez différentes et se distinguent facilement. Les longues bractées foliacées du *C. nemorosa* sont fort typiques. Celles du *C. vulpina* restent cachées par les épillets. L'épi verdâtre du *C. nemorosa* est plus lâche que l'épi compact et foncé du *C. vulpina*.

Kern et Reichgelt (4) ont signalé un caractère très important : les gaînes des feuilles inférieures du *C. vulpina* se déchirent en une masse fibreuse de couleur foncé, tandis que celles du *C. nemorosa* restent entières. Samuelsson fut le premier à constater la différence anatomique très nette des utricules.

L'opinion que le *Carex nemorosa* ne serait qu'une forme des stations ombragées du *C. vulpina* est erronée. On le trouve tout autant dans les lieux ombragés et les lieux ensoleillés. Le long des cours d'eau et en d'autres endroits plus ou moins humides ouverts au plein jour nous en avons trouvé de beaux spécimens. Sur un terrain sablonneux à Wijneghem (sable scaldisien très riche en calcaire provenant des travaux du Canal Albert) nous en avons observé une touffe luxuriante d'une quarantaine de tiges de 1 m. à 1,70 m. de hauteur ! (Observ. juillet 1941).

Nous n'avons pas observé de formes intermédiaires entre *C. vulpina* et *C. nemorosa*. En ce qui concerne la variabilité du *C. nemorosa*, notons que la longueur des bractées et surtout de la bractée inférieure est excessivement variable et peut atteindre plusieurs décimètres. Nous en avons récolté au pied de la digue de l'Escaut à Austruweel (Anvers) une forme *longibracteata* à bractée inférieure grêle et longue de 25 cm. ! Dans la même touffe se trouvaient d'ailleurs toutes les longueurs

(*) *Carex vulpina L. f. nemorosa* (Rebent.) Koch.

TABLEAU DONNANT LES PRINCIPAUX CARACTÈRES DISTINCTIFS DE *Carex nemorosa* REBENT. ET *Carex vulpina* L.

	Carex nemorosa Rebent.	*Carex vulpina* L.
Inflorescence	moins compacte, souvent interrompue verdâtre ou d'un brun clair	très compacte d'un brun foncé
Bractées	foliacées-linéaires, lâches plus longues, généralement beaucoup plus longues que les épillets	très courtes, raides cachées par les épillets
Écailles	oblongues brièvement mucronées d'un brun pâle plus clair sur les bords à nervure médiane d'un vert clair.	ovales longuement mucronées d'un brun foncé à nervure médiane d'un vert plus foncé.
Utricules	lisses et luisantes à nervures distinctes sur les deux faces à bec profondément et également incisé des deux côtés à cellules épidermiques allongées et à membrane plus fine.	mates et papilleuses à nervures distinctes seulement sur la face dorsale. à bec plus profondément incisé du côté externe que du côté interne. à cellules épidermiques en grande partie isodiamétriques et à membrane plus épaisse.
Feuilles	d'un vert clair	d'un vert plus foncé cette différence se marque surtout sur des exsiccata.
Gaînes des feuilles inférieures	d'un brun clair ne se déchirant pas ou très peu.	d'un brun très foncé se déchirant en une masse fibreuse
Tiges.	à faces presque planes les trois angles non ailés, moins rudes	à faces nettement concaves à angles ailés, très rudes.

entre 0,5 et 25 cm., ce qui montre que ce caractère *longibracteata* n'est qu'une modification non héréditaire.

En ce qui concerne la hauteur du *C. nemorosa* nous en avons observé des tiges de 10 à 170 cm. La hauteur moyenne doit être de 40 à 50 cm. Pour le *C. vulpina* la littérature indique une hauteur extrême de 90 cm.

Sur la répartition en Belgique des *C. nemorosa* et *vulpina* il n'y a provisoirement que fort peu à dire. Dans les provinces septentrionales le *C. nemorosa* est de beaucoup le plus commun des deux. Il est assez commun dans la région maritime, dans les polders et sur les alluvions fluviales. Nous ne l'avons pas observé en vrai terrain Campinien.

Nous n'osons pour le moment pas nous prononcer sur les provinces méridionales quoique nous nous attendons au même état de choses qu'au Nord.

Le *Carex vulpina* existe dans la vallée de la Meuse et dans celle de la Semois.

Au Nord de l'Allemagne et aux Pays-Bas le vrai *C. vulpina* est aussi une plante rare. C'est une plante à tendance continentale tandis que le *C. nemorosa* est occidental-méditerranéen. Déjà en Europe centrale, le C. *nemorosa* devient plus commun que le *C. vulpina.*

Notons que jusqu'ici nous n'avons pas trouvé les deux *Carex* en compagnie l'un de l'autre. Leur distribution géographique, leur écologie et leur sociologie deviendront des problèmes très intéressants.

Nous prions nos collègues floristes de vouloir faire attention à ces deux cypéracées et de vouloir nous aider à étudier leur répartition et leur variabilité. Nous sommes convaincus que le *Carex nemorosa* Rebentisch 1804 recevra dans notre floristique sa place méritée !

BIBLIOGRAPHIE

1. C. Haussknecht. *Oest. Bot. Ztchr.* T. 27, n° 5, 1877.
2. H. Lindberg. *Medd. av. Soc. pro fauna et flora fenn.* 1914.
3. G. Samuelsson. *Svensk Bot. Tidskr.*, t. 16, n° 2, 1922.
4. J. Kern et B. Reichgelt. *Ned. Kruidk. Arch.*, t. 47, p. 266, 1937 et la note accessoire des mêmes auteurs dans le même bulletin, t. 48, p. 147, 1938.
5. H. Heukels et W. H. Wachter. *Beknopte Schoolflora voor Nederland.* 3e éd. Groningue, 1939.
6. F. Crépin. *Manuel de la flore de Belgique.* 2e éd. Bruxelles, 1866.
7. J. Goffart. *Nouveau Manuel de la Flore de Belgique.* Liége.
8. P. Ascherson et P. Graebner. *Synopsis der mitteleuropäischen Flora.*
9. G. Hegi. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Tome 2.
10. G. Kükenthal. *Cyperaceae-Caricoideae*, dans « Das Pflanzenreich ».
11. Schlechtendal-Langethal-Hallier. *Flora von Deutschland*, t. 5.
12. T. Husnot. *Cypéracées de France, Suisse et Belgique.* 1905-06.

LA DÉFINITION DE L'ÉTAT D'HYDRATATION DES TISSUS VÉGÉTAUX

PAR **Marcel V. L. HOMÈS**

Professeur à l'Université de Bruxelles

Répéter que l'eau joue dans la vie des êtres vivants un rôle primordial est évidemment un truisme. Différents concepts ont été introduits par les physiologistes pour exprimer les grandeurs mesurables qui définissent les aspects divers des relations de la cellule ou de l'organisme avec l'eau. Il existe parfois une certaine confusion sur la signification précise de ces divers concepts et c'est ainsi qu'il arrive que des noms différents soient attribués à une même grandeur ou à un même processus. Nous laissons pour un autre travail la révision critique de cette terminologie déjà assez complexe, comme le montre l'énumération (incomplète) que voici :

En français : turgescence, hydratation, force de succion.

En anglais : turgor, turgor-pressure, succion pressure, succion tension, hydration

En allemand : Turgor, Turgescenz, Saugkraft, Hydratation, Hydratur.

Je voudrais ici attirer l'attention sur les modes d'expression du seul *état d'hydratation* des tissus et je n'envisagerai donc pas les termes qui expriment un processus et qui peuvent avoir une valeur explicative d'un processus physiologique.

Par *hydratation* ou degré d'hydratation, tout le monde s'accordera pour dire que l'on désire exprimer la teneur du tissu en eau. Mais le mode d'expression de cette teneur peut être compris de diverses manières. On exprimera essentiellement l'hydratation absolue et l'hydratation relative.

L'expression absolue ne donne pas lieu à équivoque : c'est une donnée analytique simple énoncée en unités de masse : imaginons un exemple : un fragment de tissu pesant 137 gr. est soumis à l'analyse qui révèle qu'il contient 85 gr. d'eau et 52 gr. de matière sèche. Son état d'hydratation est ainsi défini sans ambiguité.

Mais les mesures absolues ne sont pas les plus intéressantes. Notre but, la compréhension des phénomènes de la vie, exige la comparaison des données expérimentales entre elles. Aussi voyons-nous le besoin de données comparatives ou relatives.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique. t. LXXIV, 1942.

Hydratation relative. (Teneur relative en eau). Supposons que nous désirions comparer l'exemple précédent avec un autre dans lequel un fragment de tissu de 67 gr. se compose de 18 gr. de matière sèche et de 49 gr. d'eau. Deux procédés d'expression sont admis et rencontrent des préférences variables selon les auteurs, ce qui montre déjà la nécessité de conventions clairement établies.

a) *la teneur relative est ramenée à* 100 *gr. de matière sèche.*

Premier exemple : pour 100 gr. de matière sèche, il y a 163,4 gr. d'eau.

Second exemple : pour 100 gr. de matière sèche, il y a 272,2 gr. d'eau.

b) *la teneur relative est ramenée à* 100 *gr. de matière fraîche.*

Premier exemple : pour 100 gr. de matière fraîche, il y a 62,1 gr. d'eau.

Second exemple : pour 100 gr. de matière fraîche, il y a 73,1 gr. d'eau.

Si les conventions sont clairement exprimées, il n'est pas nécessaire de répéter toujours les phrases ci-dessus, et l'on énonce tout simplement les résultats en %: 163,4%, etc.

Ces deux modes d'expression permettent évidemment la comparaison. Les partisans du premier trouveront que celui-ci présente notamment l'avantage d'accentuer les différences (avantage d'ordre quantitatif) et d'exprimer ce qu'une même quantité de matière réellement équivalente et fondamentale (la matière sèche) permet de retenir d'eau dans les deux cas particuliers envisagés (avantage d'ordre théorique). Les partisans du second mode d'expression trouvent à ce dernier l'avantage de permettre une meilleure comparaison, car elle porte ainsi sur le tissu vivant et de traduire plus réellement une donnée analytique (partie du tout). Ce sont les avantages d'ordre théorique. D'autre part, selon ce second mode d'expression, toute mesure d'hydratation s'inscrira entre zéro (matière anhydre) et cent (eau pure). Ceci permet d'établir une échelle comparative des degrés d'hydratation allant dans tous les cas de 0 à 100 (avantage d'ordre quantitatif).

Il peut fort bien se faire que, suivant la nature du problème traité, un même auteur choisisse l'un ou l'autre de ces deux modes d'expression. Il faut donc dissiper par un énoncé clair de la convention choisie, toute possibilité d'équivoque. En ce qui me concerne, les avantages du second me paraissent suffisamment l'emporter pour que, par souci d'uniformité, il me semble souhaitable de s'en tenir à ce dernier que l'on peut alors définir par la formule suivante

$$\text{hydratation relative} = \frac{f-s}{f} \times 100$$

(f = poids frais du fragment ; s = poids sec).

Il pourrait sembler que par la définition des grandeurs précédentes, tout soit résolu et que toute comparaison soit possible pour discuter de l'état physiologique de deux fragments de tissu végétal sous le rapport de leur hydratation, au sens ordinaire du mot. Il n'en est rien cependant, car assez récemment (1931), Heinrich Walter jugea nécessaire d'introduire un nouveau concept auquel il donna le nom

de « Hydratur » que nous pouvons traduire par Hydrature. (1) Voici le raisonnement qui le pousse à définir cette notion.

La plupart des données que l'on possède généralement concernent la quantité d'eau (Wassermenge) ou la teneur en eau (Wassergehalt). (Notons que ces deux termes correspondent aux hydratations absolue et relative que nous venons de définir). Mais ce qui devrait être considéré comme primordial serait non cette quantité d'eau mais l'état d'hydratation (Wasserzustand). Ce terme ne signifie effectivement pas, comme nous allons le voir, « l'état de l'eau dans la plante », ce qui est encore une autre question et c'est pourquoi j'adopte la traduction que je viens d'en donner. Pour expliquer ce qu'il entend par « Wasserzustand » Walter fait une intéressante comparaison avec l'intervention de la chaleur dans les phénomènes physiques ou biologiques (loc. cit. p. 5). Là aussi, la notion de quantité de chaleur est insuffisante. On utilise bien plus couramment la notion de température qui définit un « état de chaleur ». En particulier un corps à température plus élevée qu'un autre cède à ce dernier de la chaleur, même s'il en contient une moins grande quantité que celui-ci. De même un corps à un état d'hydratation plus élevé qu'un autre (c'est-à-dire plus humide que cet autre) lui cède de l'eau, même s'il en contient moins que lui. Par similitude avec le terme Température qui exprime « l'état de chaleur » (Wärmezustand), Walter appelle Hydrature l'état d'hydratation, Wasserzustand. Il reconnaît que le mot n'est pas philologiquement impeccable, mais l'abondance des termes déjà existants et la similitude avec la température en font une nécessité.

L'idée est certainement intéressante. En outre, ainsi définie, l'hydrature a une mesure en théorie très simple : c'est l'humidité relative de l'atmosphère avec laquelle le tissu serait en équilibre. En effet ce chiffre mesure bien le niveau d'humidité du tissu et il exprime notamment le pouvoir qu'aurait un fragment de tissu de céder de l'eau à un autre ou de lui en prendre. Et, autre avantage, ce chiffre varie de 0 à 100, ce qui constitue une échelle simple.

Malheureusement, comme je viens de le dire, c'est en théorie que cette mesure est simple : en pratique, il n'en va pas de même. Aussi, Walter, partant de l'équivalence physique de la mesure de tension de vapeur et de pression osmotique d'une solution ayant cette même tension de vapeur exprimera dans tout l'ouvrage cité l'hydrature en unités de pression osmotique (ce qui supprime l'intérêt de l'échelle de 0 à 100) et prendra comme pression celle du suc extrait du tissu, ce qui ouvre la voie à une critique théorique très forte. Je n'entrerai pas ici dans le détail de cette critique, puisque je passe seulement en revue les divers concepts existant en ce domaine de la physiologie. Il n'en reste pas moins que l'idée de Walter était intéressante et peut-être aurait-elle dû être reprise.

L'HYDRATABILITÉ, un concept nouveau dans l'étude de l'état d'hydratation des tissus végétaux.

---

(1) WALTER, H. Die Hydratur des Pflanze. Jena (Fischer) 1931.

C'est l'ensemble de ces considérations et notamment l'impraticabilité de la mesure d'hydratature qui m'a conduit à définir une autre grandeur mesurable que j'appelle, faute de mieux, l'Hydratabilité. Je vais essayer d'en montrer l'utilité.

En premier lieu, un tissu végétal se trouve, dans les conditions où on le prélève à un degré d'hydratation (quej 'appelle ai *actuelle*) inférieur à celui qu'il pourrait atteindre au maximum, par exemple par immersion dans l'eau pure (J'appellerai un tel état final : Hydratation *maximale*). Ceci est l'expression, ou si l'on veut la conséquence, de l'existence de sa force de succion. (Saugkraft d'Ursprung). Ce terme définit la force avec laquelle l'eau est attirée par le tissu mais il ne fournit aucun renseignement sur l'écart existant entre l'hydratation actuelle et l'hydratation maximale. Or cet écart est fort intéressant comme le montrent les exemples suivants.

Imaginons deux fragments de tissu végétal I et II caractérisés comme suit :

Au moment du prélèvement,

I a une hydratation actuelle de 75%.
II id id 50%.

Après immersion dans l'eau pure et atteinte d'un état d'équilibre :

I présente une hydratation maximale de 95%
II id id id 60%

Dans ce dernier état, ces deux fragments, quoiqu'ayant une hydratation différente, ont cependant quelque chose en commun : ils sont saturés d'eau, ils ne sont plus *hydratables*. Leur force de succion est nulle. Au point de vue de leur teneur en eau, comment exprimer cette égalité ? Je dirai que leur *hydratabilité* est devenue nulle et je définirai cette grandeur comme étant le déficit d'hydratation relative par rapport à l'hydratation maximale.

On calculera alors l'hydratabilité qu'avaient ces fragments au moment du prélèvement de la manière suivante :

$$\text{Hydratabilité} = \frac{\text{hydratation maximale} - \text{hydratation actuelle}}{\text{hydratation maximale}} \times 100$$

ce qui donne pour les exemples choisis :

I avait au départ une hydratabilité de $\frac{95 - 75}{95} \times 100 = 21{,}5\%$

II id id id $\frac{60 - 50}{95} \times 100 = 16{,}6\%$

Ces chiffrent font bien apparaître que II était moins hydratable que I bien qu'il eût une teneur en eau plus faible que ce dernier. C'est donc un exemple où, de deux corps, c'est le plus pauvre en eau qui cèderait de l'eau à l'autre.

Imaginons ensuite que nous desséchions ces deux fragments jusqu'à ce qu'ils aient tous deux une hydratation relative de 40%. C'est ce que révèlerait une simple analyse. Seraient-ils toutefois dans un état physiologique identique ? Certes non, car I serait bien plus éloigné de l'état de saturation que II. Il serait, analytiquement aussi sec que lui, mais *physiologiquement bien plus sec*. Cela apparaîtrait nettement par la valeur de l'hydratabilité qui serait alors

$$\text{pour I de } \frac{95 - 40}{95} \times 100 = 57{,}8\%$$

$$\text{pour II, de } \frac{60 - 40}{60} \times 100 = 33{,}3\%$$

Enfin, loin de la saturation, des tissus peuvent présenter une hydratabilité égale : c'est ce qui arriverait dans les conditions suivantes :

I aurait une hydratabilité de 20% s'il avait une hydratation de 76%.
II aurait la même hydratabilité s'il avait une hydratation de 48%.

Ces deux fragments que la simple analyse ferait apparaître comme différents auraient pourtant quelque chose de commun dans leur état physiologique et c'est ce qu'exprimerait leur hydratabilité commune de 20%.

L'hydratabilité pourrait donc avoir un grand intérêt comme notion physiologique. L'égalité ou la différence d'hydratabilité indiquerait des états que la simple hydratation ne ferait pas connaître. Soulignons que la mesure de pression osmotique ne peut remplacer l'hydratabilité ; en effet, à hydratabilité nulle, la pression osmotique n'est certainement pas nulle et aurait une valeur que rien ne peut faire prévoir.

Enfin, notons que l'hydratabilité serait de 100% pour toute substance ou corps anhydre. Elle varie donc toujours de 0 à 100 et s'exprime *réellement* cette fois en pourcentages à partir de simples données analytiques. Si F est le poids maximum atteint par le fragment à la suite de l'immersion dans l'eau, et si f et s ont la même signification que plus haut, l'hydratabilité peut se définir comme suit :

$$\text{Hydratabilité} = \frac{(F - f)\ s}{(F - s)\ f} \times 100$$

Je me suis contenté de définir ici cette notion et d'en montrer l'intérêt dans la caractérisation d'un *état* physiologique. J'espère montrer plus tard qu'elle peut, à ce titre même présenter aussi une signification dans des problèmes d'éthologie, et que sa variation, au cours d'une tentative de gonflement expérimental de tissu par hydratation a aussi un intérêt en elle-même. Je terminerai cette note par quelques exemples, non plus imaginés, mais pris en divers endroits des données expérimentales qui ont servi à certains de mes travaux.

Dahlia variabilis. Disques prélevés dans les racines pendant la période de conservation hivernale prolongée au delà du terme normal.

Le exemples 2 et 4 montrent qu'une même hydratation peut correspondre à des états physiologiques différents, définis par la valeur différente de l'hydratabilité. Les exemples 2 et 3 montrent au contraire que des états d'hydratation différents peuvent correspondre à une même hydratabilité. Les exemples 1 et 5 montrent que le tissu à hydratation la plus élevée peut être le plus hydratable.

Exemple N°	Prélevé en	Hydratation actuelle	Hydratation maximale	Hydratabilité
1	mars	92.0	92.8	0.9
2	juillet	81.6	88.0	7.2
3	id.	84.3	90.8	7.2
4	id.	81.6	90.9	10.2
5	id.	92.3	96.4	4.3
—	—	—	—	—
6	moyenne 12 sujets en mars	93.8	94.7	0.9
7	moyenne 16 sujets en juillet	85.3	92.0	7.2

Carnegiea gigantea (Cactus géant). Fragments prélevés in situ, directement ou après conservation au laboratoire pour accentuer la déshydratation (exemple 9).

8	moyenne 5 sujets, fin saison sèche	94.0	95.8	1.8
9	juillet, au laboratoire	92.9	95.8	3.0
10	début saison pluies. Tissu cortical	96.7	97.2	0.5
11	idem, Tissu médullaire	95.8	96.1	0.3

Les autres exemples ont une valeur documentaire. Ils permettent d'entrevoir que la valeur de l'hydratabilité présente un intérêt par sa variation au cours d'un processus naturel ou expérimental (saisons, conservation) ou comme élément caractérisant des tissus appartenant à des plantes à éthologie particulière (Cactus subissant naturellement la déshydratation saisonnière ou Dalhia ne la subissant pas naturellement : comparer les variations d'hydratabilité dans les deux cas).

Laboratoire de Physiologie végétale.
Institut Botanique Léo Errera.
Université de Bruxelles.

L'AUGMENTATION DE POIDS DE *TRADESCANTIA FLUMINENSIS* KTH EN FONCTION DE L'ÉCLAIREMENT

PAR G. H. J. VAN SCHOOR, Dr. SC.

BUT DU TRAVAIL. L'action trophique et morphogénétique de la lumière a toujours préoccupé les chercheurs ; toutefois, jusqu'à ces dernières années le manque de précision technique mena à bon nombre de résultats contradictoires. Le peu de place réservé à cette note ne me permet pas de discuter la bibliographie ; une excellent aperçu de la question se trouvera d'ailleurs dans les travaux de Burkholder et de Funke. Il en résulte, qu'il faut avant tout mettre au point un appareil précis quant aux conditions d'éclairement et permettant de reproduire facilement les expériences. Ceci ayant été établi, la croissance en poids et en taille de Tradescantia fluminensis a été étudiée pour un éclairement optimal fourni par une source lumineuse colorée.

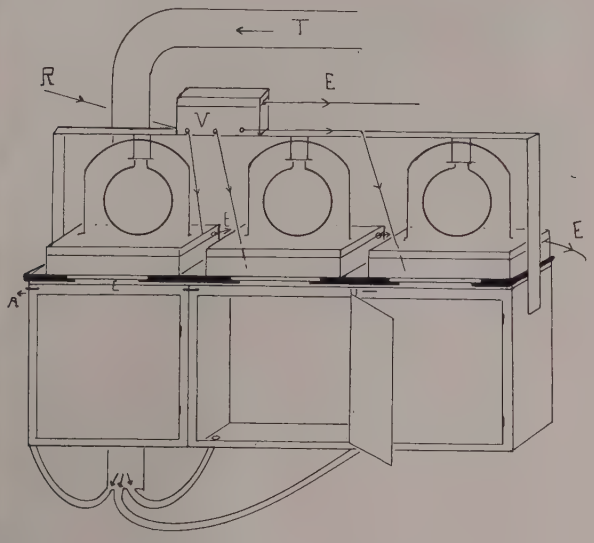
Technique. Le schéma I et la photographie 1 montrent le dispositif expérimental employé au cours des recherches. Les plantes sont cultivées dans de petits casiers ($50 \times 50 \times 25$ cm^3), blanchis intérieurement et recouverts extérieurement de papier noir surplombant les jointures, les rendant de ce fait étanches à toute lumière parasite ; au centre du plafond vitré un cercle de 22 cm de diam. a été réservé, le reste est recouvert de triplex, ce qui permet de soutenir le système de réfrigération et d'interposer les écrans colorés. Un réservoir central distribue uniformément de l'eau (légèrement acidifiée pour éviter tout dépôt de calcaire) à de petits aquariums à faces parallèles ($35 \times 35 \times 10$ cm^3) munis d'un ajutage latéral évacuant l'eau à une hauteur de 7 cm. Ce dispositif permet de réduire l'é-

(1) Ce travail constitue une partie des recherches effectuées sous la direction de Monsieur le Professeur Homès en vue d'une thèse de doctorat en sciences botaniques reçue à l'Université de Bruxelles le 6 décembre 1938.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique, t. LXXIV, 1942. Communication faite à la séance du 7 décembre 1941.

chauffement dû aux lampes ; la température des casiers est ainsi toujours inférieure à 30°, sans cela elle pourrait atteindre 50-60°.

PHOTO 1. — Vue de l'appareil.



GRAPH. 1. — Plan de l'appareil.

A. échappement d'air. R. arrivée d'eau.
C. écrans colorés. T. arrivée d'air.
E. retour à l'évier. V. Vase de distribution d'eau.

L'éclairement est apical et se fait par des lampes Philips de 500 watts munies d'un réflecteur argenté. L'éclairement varie suivant la distance, de 4-10.000 Lux. Dans une deuxième série, l'éclairement par casier se fait au moyen de 4 lampes Alba de 75 W à fond argenté donnant un éclairement de 1.200 à 6.000 Lux. Pour la recherche de l'optimum d'éclairement, le nombre de plantes en expérience étant plus élevé il a fallu les cultiver dans un caveau plus grand (100 × 100 × 75 cm^3) muni de 7 rampes lumineuses, chacune de 7 lampes Alba de 100 Watts, dont la lumière filtre au travers d'une épaisseur de 7 cm d'eau courante.

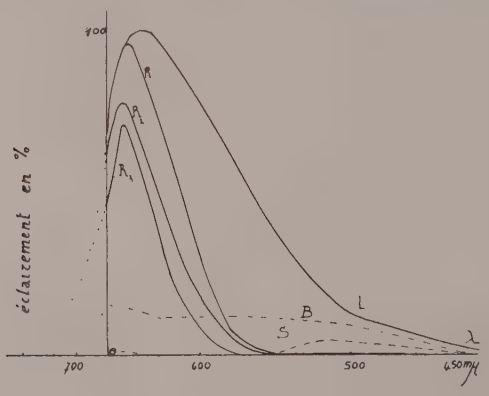
Le renouvellement de l'atmosphère des enceintes d'expérience se fait au moyen d'une soufflerie amenant l'air extérieur par le fond, tandis qu'un ajutage à chicane à la partie supérieure en permet l'évacuation.

Le fond des casiers est muni de grandes cuvettes remplies d'eau, l'évaporation de celle-ci permet l'humidification de l'atmosphère ; de plus, les plantes sont cultivées dans de petites terrines emboitées dans d'autres vernissées contenant toujours de l'eau, l'arrosage est ainsi constant et normal.

Il était fort difficile dans les conditions d'expérience d'obtenir une régularisation de la température, les lampes ne brûlant que 12 heures par jour. Pour compenser la diminution de la température pendant les périodes d'obscurité, des séries alternantes ont été établies. Les courbes de température sont ainsi plus régulières, elles montrent peu de divergence au cours des diverses séries, le maximum d'écart entre les périodes d'obscurité totale et d'éclairement est de 7°. (28° est la température la plus élevée obtenue pendant la période d'éclairement).

L'étude de l'éclairement se fait au moyen d'un luxmètre de Goossens muni d'écrans colorés pour des intensités supérieures à 10.000 Lux.

Leur prix élevé interdisant l'emploi d'écrans étalonnés (de Schott par ex.), les lumières colorées sont obtenues par interposition de cellophane Sidac ; celle-ci se vend en grandes feuilles très uniformes quant à l'épaisseur et la coloration. La stabilité de la transmission est très suffisante, une vérification spectroscopique a montré qu'après un mois d'éclairement intense la courbe de transmission n'est pas modifiée ; toutefois, pour plus de sécurité, les écrans seront renouvelés tous les 15 jours. La transmission de la cellophane bleue n'étant pas suffisamment sélective, il a fallu recourir pour l'obtention d'une lumière bleue, à un écran de sulfate de cuivre ammoniacal (6,5°/$_{00}$ en 3,5 cm d'épaisseur). L'étude énergétique des écrans employés a été faite avec le plus grand soin. Elle se fait par des mesures d'éclairement et se résume par les courbes suivantes exprimant la distribution de l'éclairement en fonction de la longueur d'onde d'une lampe Philips de 500 W (110 V.) transmettant la



Gr. II. — Distribution spectrale de l'éclairement. (1)

L. Lampe Philips 500 W/110 V.
R. id. + 1 épaisseur de cellophane rouge. Transm. : 700-540 mμ. + 510-460 mμ.
R_2. » + 2 » » » » » : » » + 500-460 mμ.
R_3. » + 3 » » » » » : 700-575 mμ.
B. » + 2 » » » bleue. » » totale et équivalente.
S. » + SO_4 Cu. $5H_2O$ ammoniacal 6,5°/$_{00}$ en 3,5 cm d'épaisseur. 550-450 mμ.

(1) Les lumières additionnelles en R_2 et R sont de si faible intensité qu'elles ne peuvent être décelées sur ce graphique.

lumière au travers des divers écrans ; la surface limitée par ces courbes représente la quantité d'énergie reçue par la surface éclairée.

Pour obtenir un éclairement égal dans chaque casier il a fallu se baser sur l'intensité maximum obtenue en lumière bleue, intensité faible par suite du peu de radiations bleues émises par la lampe à incandescence. Toutes les séries se feront ainsi sous un éclairement de 2.000 Lux, ce qui correspond à l'éclairement moyen d'un jour d'hiver très gris. Cependant, cette faible intensité sera compensée par la durée de l'éclairement, l'excitation totale étant de 24.000 Lux-heure.

Ces conditions limitaient donc le choix du matériel d'expérience à des plantes peu exigeantes au point de vue de l'éclairement. Après plusieurs essais le choix se porta sur des boutures de *Tradescantia fluminensis* Kth dont l'optimum d'éclairement est fixé, comme les expériences suivantes le montrent, aux environs de 2.000 Lux. Pour réduire la variabilité au minimum, les boutures seront prélevées sur des plantes provenant d'une même souche. Ces boutures, choisies aussi semblables que possible sont des parties distales de rameaux jeunes, elles comportent 3 feuilles assez développées et une terminale encore enroulée, l'entrenœud inférieur est coupé en son milieu. Elles ont une longueur moyenne de 6 cm. et un poids frais moyen de 0,5 gr, elles sont prélevées le matin et placées immédiatement après dans les terrines contenant un mélange de terreau et de sable maintenu très humide. Ainsi préparées, les terrines sont placées à des distances variables de la source lumineuse suivant l'éclairement désiré, soit en lumière blanche d'éclairement gradué (série L1) soit en lumières colorées d'éclairement équivalent (séries L1, L2, L3).

Une série d'expériences a une durée de 5 semaines. Au cours de l'expérience le comportement des plantes est étudié sans qu'aucune lumière parasite ne pénètre dans les casiers, ceci en munissant une lampe portative d'un écran identique à celui utilisé pour l'obtention de la lumière colorée. Après 5 semaines les plantes sont prélevées après une période d'obscurité, lavées soigneusement, pesées, hydratées, séchées ; 2 plantes sont réservées, l'une, pour servir de témoin séché, l'autre pour servir à une étude morphologique ultérieure. Pour chaque série un témoin à la lumière du jour et un à l'obscurité totale ont été établis. Les témoins à l'obscurité ont été placés dans des conditions très comparables à celles régnant dans les casiers. Quant aux témoins à la lumière du jour ils sont placés dans des conditions de température et d'humidité totalement différentes de celles de l'expérience proprement dite ; cependant, comme les diverses séries ont été faites à différentes périodes de l'année et que les résultats obtenus sont très comparables entre eux, il est donc possible de se servir de ces témoins à la lumière du jour.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.

A. Le poids.

Chaque série est précédée d'une étude préalable de la variabilité. Les tableaux I, II et VI en donnent un aperçu :

Etude de la variabilité individuelle.

TABLEAU I. — Poids frais actuel (*f*), maximum (F), sec (S), sec relatif $\frac{(100S)}{f}$ et $\frac{100S)}{F}$, hydratation actuelle (h) ; maximum (H) ; hydratabilité (*h*) de boutures *à l'état initial.*

Mesures individuelles en milligrammes.

	f	Δ (1)	F	Δ	S	Δ	$\frac{100S}{f}$	Δ	$\frac{100S}{F}$	Δ	h	Δ	H	Δ	*h*	Δ
1	338	73	479	36	33	4	9,7	0,7	6,8	0,4	90,3	0,6	93,2	0,5	2,2	1,4
2	390	21	485	30	32	5	8,2	0,8	6,6	0,6	91,8	0,9	93,4	0,7	1,6	0,2
3	427	16	517	2	36	1	8,4	0,6	6,9	0,3	91,6	0,7	93,1	0,4	1,5	0,3
4	388	23	197	18	32	5	8,2	0,8	6,4	0,8	91,8	0,4	93,6	0,9	1,9	0,1
5	428	17	533	18	40	3	9,3	0,3	7,5	0,3	90,7	0,2	92,5	0,2	1,9	0,1
6	440	29	545	30	45	8	10,2	1,2	8,2	1,0	89,8	1,1	91,8	0,9	2,1	0,3
7	397	14	500	15	37	0	9,3	0,3	7,4	0,2	90,7	0,2	92,6	0,1	2,0	0,2
8	485	74	567	52	42	5	8,7	0,3	8,2	1,0	91,3	0,4	91,8	0,9	0,5	1,0
tot.	3293	267	4123	201	297	30	72,0	5,0	58,0	4,6	727,5	4,5	742,0	4,6	14,7	3,9
moy.	411	33	515	25	37	4	9,0	0,6	7,2	0,6	90,9	0,6	92,7	0,6	1,8	0,5
erreurmoy%		8		4,8		10										
» s/moy		11		9		1										
idem en%		3		1,7		27		1,2		10		12		12		24

TABLEAU II. — *La recherche de l'hydratation maximum n'influe pas sur le poids sec :*

Mesures faites sur boutures âgées de 5 semaines cultivées à la lumière blanche artificielle de 1.900 Lux.

Poids final à l'hydratation.

	maximum									actuel						
	F	Δ	S	Δ	$\frac{100S}{F}$	Δ	H	Δ	n°	f	Δ	S	Δ	$\frac{100S}{f}$	h	Δ
1	1.169	156	72	6	6,1	0,2	93,9	0,2	9	900	264	54	21	6,0	94	0,1
2	1.365	40	82	4	5,6	0,3	94,4	0,3	10	1.035	129	70	5	6,7	93,3	0,6
3	1.134	191	72	4	6,3	0,4	93,7	0,4	11	892	272	39	36	12,3	87,7	6,1
4	1.438	113	85	7	5,8	0,1	94,2	0,1	12	1.392	228	75	0	5,4	96,6	2,7
5	896	529	52	26	5,8	0,1	94,2	0,1	13	1.361	197	78	3	5,7	96,3	2,4
6	1.366	41	79	1	5,8	0,1	94,2	0,1	14	1.562	368	102	27	6,6	93,4	0,5
7	1.554	229	93	15	6,0	0,1	94	0,1	15	1.042	122	39	36	3,7	96,3	0,6
8	1.684	359	92	14	5,8	0,1	94,2	0,1	15	1.157	7	70	5	6,0	94	0,1
total	3.124	1658	627	77	2471	1,4	752,8	1,4		9.311	1.587	598	133	49,4	751,6	13,1
moy.	391	207	78	9	59	0,17	94,1	0,17		1.464	198	75	17	6,1	93,9	1,6
erreurmoy%		16		12							16,6		211			
» sur moy		7,4		34							7,6		5,5			
» » » %		5,6		44							6		7,3			

(1) Δ = différence à la moyenne.

Pour chaque série, en dehors de l'étude morphologique considérée plus loin, les points suivants ont été envisagés : Des mesures individuelles sont prises et une moyenne sur 8 plantes est alors calculée.

1. *Le poids frais actuel* : f = poids des boutures après un soigneux lavage à l'eau courante et essorage sur papier filtre. L'erreur relative individuelle est de 6%, en poids initial, de 11% en poids final et de 4 et 7% entre les lots.

2. *Le poids frais maximum* : F. = poids des boutures après immersion de 24 h. dans l'eau distillée, à l'obscurité totale en chambre thermostatique réglée à 27°. Erreur individuelle de 6%, en poids initial et final, de 3 et 4% entre lots.

3. *Le poids sec absolu* : S= poids des boutures après un séjour de 24 h. à l'étuve réglée à 110°. Erreur individuelle initiale de 6%, finale de 9% ; et de 4 et 6% entre lots.

4. *Le poids initial* : I = poids frais des boutures au début de l'expérience, un lot témoin sacrifié à ce moment donne idée des poids frais maxima, secs au début de l'expérience.

5. *Poids final*. F = poids en fin d'expérience, tiges et racines seront pesées séparément.

6. *Le poids sec relatif* = quantité de matière sèche en % du poids frais $\frac{100\ S}{f}$ ou $\frac{100S}{F}$ avec une variabilité individuelle de 20-15% et de 13-10% entre lots.

7. *L'hydratation* = quantité d'eau en % du poids frais ; h = $100\ \frac{(f\text{-}S)}{f}$ = hydratation actuelle, et H = $\frac{100\ (F\text{-}S)}{F}$ = hydratation maximum. Erreur relative individuelle de 12%, sur lots de 8%.

8. *L'hydratabilité* (1). h = quantité d'eau que doit absorber un organe pour atteindre l'hydratation maximum ramenée à 100. $h = 100\ \frac{H\text{-}h}{H}$. Variabilité individuelle de 40%, sur lots de 24%.

9. *Le poids des racines* formées en % de tiges et de feuilles : = $100\ \frac{R}{T}$ avec une variabilité entre lots de 14, 10, 25% pour f, F, S initial ; et de 10, 10, 30% en f, F,S, final

10. *Le gain ou la perte en poids absolu* : différence entre le poids initial et le poids final. Variabilité entre lots de 5, 5 ; 3,5 ; 5% en f, F, S.

11. *Le gain ou perte en poids relatif* : gain exprimé en % du poids initial = $100\ \frac{F\text{-}I}{I}$ avec une variabilité de 9,5% 8,5 ; 10% en f, F, S.

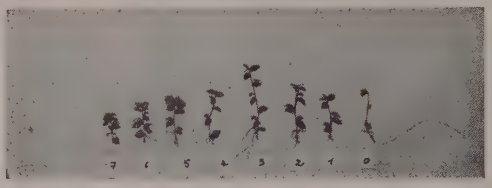
---

(1) Notion introduite par Monsieur le Professeur Homès dans un travail exposé à la société royale de Botanique de Belgique le 2 février 1942. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*. T. LXXIV. p 178-183. 1942.

Résultats expérimentaux.

Série L. La détermination de l'éclairement optimum en lumière blanche artificielle.

Ces expériences ont été faites dans le grand casier lumineux du 10-X-37 au 23-XI-37. Le tableau suivant et les photographies 2-3 mentionnent les résultats obtenus.



Phot. II

Phot. III. — Aspect des cultures après 5 semaines en lumière blanche artificielle.

0 = obscurité totale
1 = 210 Lux
2 = 315 L
3 = 1.400 L
4 = 4.200 L
5 = 5.500 L
6 = 6.000 L
7 = 8.000 L

Tableau III. — *Série LI* du 10.X.37 au 14.XI.37. Plantes cultivées

Mesures en mlg sur lots de 8 boutures.

Éclairement en Lux	Poids initial			Poids final							100 R / T		Gain ou perte brut		
				total			t et f		racines						
	f	F	B	f	F	S	F	S	F	S	F	S	f	F	S
0	4.305	*4.477*	*232*	3.050	3.831	219	3.631	200	57	19	1,57	9,5	— 1.255	— 736	— 16
210	4.395	*4.570*	*236*	5.020	5.205	285	5.115	260	90	25	1,75	9,61	+ 625	+ 635	+ 49
315	4.450	*4.628*	*239*	5.023	6.217	294	6.089	267	128	27	2,10	10,11	+ 573	+ 1.589	+ 55
1.400	4.050	*4.830*	*218*	7.350	7.646	430	7.370	400	276	30	3,70	7,5	+ 3.300	+ 2.816	+ 212
4.200	4.545	*4.920*	*253*	6.625	6.889	499	5.596	463	308	36	5,40	7,69	+ 1.980	+ 1.979	+ 237
6.000	5.260	*5.470*	*249*	4.996	5.622	440	5.364	402	258	38	4,80	9,45	— 264	+ 152	+ 119
8.000	3.500	*3.640*	*190*	3.277	3.594	259	3.442	212	152	37	4,41	17,45	— 223	— 76	+ 96
tém.	5.940	*6.176*	*320*												

erreur moyenne 6,9 erreur sur la moyenne 4%

Discussion des résultats : Le point le plus intéressant à envisager est le gain ou la perte en poids exprimés en % du poids initial. Ces résultats sont portés sur le graphique III. Les 3 courbes ont la même allure et présentent un maximum net entre 1.400 et 4.200 Lux qui semble s'indiquer plus nettement pour 2.000 Lux. Les écarts entre les courbes semblent croître avec l'intensité lumineuse ; cependant, les courbes des gains en poids frais actuel et maximum sont assez voisines pour les faibles et fortes intensités alors qu'entre 500 et 4.200 Lux elles s'écartent considérablement.

Les valeurs les plus élevées sont atteintes par les gains en poids sec. L'obscurité totale produit après 5 semaines une perte en matière sèche de 5,8% du poids initial, un très faible éclairement provoque une augmentation de poids notable. La courbe monte très rapidement pour atteindre un maximum aux environs de 2.000 Lux et redescendre ensuite beaucoup plus lentement, elle semble devoir croiser l'axe des abcisses aux environs de 10.000 Lux.

La courbe des poids frais maxima tout en ayant la même allure que la précédente atteint des valeurs nettement inférieures surtout en ce qui concerne les fortes intensités lumineuses. Le maximum semble plus rapidement atteint et le gain nul se place entre 6-7.000 Lux. La courbe des poids frais actuels soumise à une variabilité plus grande ne nous apprend rien de plus que la précédente.

Si l'on superpose à ces courbes la courbe de croissance en taille, la coïncidence d'allure se marquera nettement, sauf en ce qui concerne l'obscurité totale où de l'étiolement se manifeste.

Les courbes représentant les poids secs relatifs montrent une dépression nette pour des éclairements de peu d'intensité, elles atteignent ensuite un maximum entre 2-4.000 Lux pour redescendre ensuite avec les intensités lumineuses croissantes. Notons que la valeur atteinte à l'obscurité totale est assez élevée sans toutefois dépasser le maximum indiqué plus loin. Ceci montre donc que l'hydratation est

à la lumière artificielle. Éclairements d'intensités croissantes.

Gain ou perte en % de I.			Gain en racines en % de I		Poids sec. relatif		hydratation, hydratabilité				
							total			T et f	Rac.
f	F	S	F	B	$\frac{100S}{f}$	$\frac{100S}{F}$	h	H	*h*	H	H
— 29,15	— 16,14	— 6,8	+ 1,27	+ 8,1	8,15	7,30	90,85	92,70	1,42	94,5	66,67
+ 14,12	+ 13,89	+ 20,76	+ 1,99	+ 10,6	5,68	5,47	94,32	94,53	0,20	94,92	72,23
+ 14,87	+ 34,33	+ 23,01	+ 2,76	+ 11,2	5,86	4,72	94,14	95,28	1,19	95,62	78,91
+ 81,48	+ 58,30	+ 97,24	+ 5,71	+ 13,7	5,86	5,62	94,14	84,38	0,25	95,58	89,12
+ 42,42	+ 40,22	+ 93,67	+ 6,26	+ 14,2	7,54	7,20	92,46	92,80	0,30	91,73	88,31
+ 5,01	+ 2,77	+ 76,70	+ 4,71	+ 15,2	8,81	7,82	91,89	92,18	1,07	92,51	85,29
— 6,37	— 1,28	+ 36,31	+ 4,17	+ 19,0	7,91	7,20	92,09	92,80	0,7	93,85	88,82
					5,39	5,18	94,61	94,82	0,22		

TABLEAU IV. — *Série LIV* du 10.X.37 au 23.XI.37. Lots de 8 plantes

Mesures en mlgr.

	Poids initial			Poids final							100 R/T		Gain ou perte brute		
				total			tiges et f.		racines						
	L	F	S	F	f	S	F	S	F	S	F	S	f	F	S
J	3.636	*4.545*	*305*	7.360	8.516	546	7.416	449	1100	96	14,2	21,7	+ 3.724	+ 3.971	+ 241
R^3	3.016	*3.770*	*253*	9.656	10.072	631	10.321	572	751	87	7,2	15,1	+ 6.640	+ 6.302	+ 378
R	3.264	*4.170*	*274*	14.320	15.931	955	14.951	839	980	116	6,5	13,8	+ 11.056	+ 11.761	+ 681
L	3.128	*3.910*	*263*	9.253	10.506	627	9.814	556	692	71	7,0	12,7	+ 6.125	+ 6.596	+ 354
B	3.302	*4.140*	*279*	9.320	9.600	643	9.164	566	436	77	4,2	13,5	+ 6.008	+ 5.460	+ 344
S	3.198	*3.997*	*269*	4.350	4.849	332	4.619	304	230	28	4,9	9,2	+ 1.152	+ 842	+ 63
O	3.293	*4.116*	*276*	2.680	3.230	164	3.237	156	5	1	1,3	5,1	— 613	— 112	— 0,1
tém.	3.499	*4.389*	*291*												

TABLEAU V. — *Série LIV. J.* du 10.X.37 au 23.XI.37. Mesures individuelles

Mesures en milligrammes.

	Poids initial			Poids final									100 R/T	
				total					tiges et f.		racines			
	f	F	S	f	Δ	F	Δ	S	Δ	F	S	F	S	F	S
1	538	*673*	*45*	944	24	1.066	2	77	9	946	63	120	14	12,6	22,2
2	360	*450*	*30*	1.129	209	1.250	186	82	4	1.085	65	165	17	15,2	26,1
3	402	*501*	*34*	1.045	125	1.178	114	69	1	1.020	57	158	12	15,4	21
4	380	*475*	*38*	538	382	716	348	44	24	649	39	67	5	10,3	12,8
5	339	*424*	*29*	685	235	860	204	56	12	740	47	120	9	16,2	19,1
6	555	*694*	*46*	1.185	265	1.321	257	88	30	1.113	73	208	15	18,6	20,5
7	527	*659*	*44*	1.071	151	1.192	129	62	6	1.043	48	150	14	14,3	29,1
8	535	*669*	*45*	753	157	932	132	58	10	860	47	72	11	8,3	23,4
total	3.636	*4.545*	*305*	7.360	1.556	8.516	1.372	546	96	7.456	449	1.060	97	14,2	21,7
moy.	454	*568*	*38*	920	194	1.064	171	68	12	932	56	133	12	14,2	21,7
erreur moy en%					21		16		17						
erreur sur la moy					6,9		60		4						
« « « en %					7,5		5,6		6						

(1) Δ = différence à la moyenne.

plus forte pour de faibles intensités lumineuses et n'atteint pas un maximum à l'obscurité totale.

Quant à l'hydratation elle est faible pour tous les lots et ne pourra entrer en ligne de compte, la variabilité étant trop élevée.

Nous concluerons : Pour une période lumineuse de 12 H par jour, les boutures de Tradescantia demandent un éclairement d'intensité relativement faible pour se développer au maximum (optimum en lumière blanche artificielle entre 2-3.000

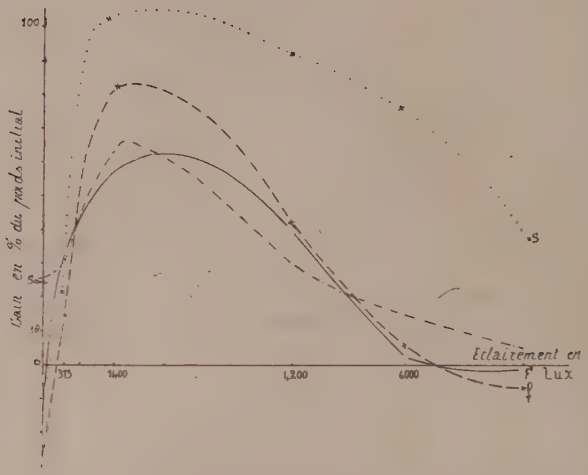
cultivées à des lumières colorées égalisées à 1900 Lux.

Gain ou perte en % de I			Gain en rac. en % I.							t. et f		rac.	
f	F	S	F	S	100 S / f	100 S / F	h	H	h	100 S / F	H	100 / F	H
+ 90.0	+ 87,3	+ 81,2	+ 23,3	+ 30,8	8,1	6,2	91,9	95,8	2,0	6,2	93,8	9,1	88,9
+ 220,1	+ 167,0	+ 149,4	+ 12,0	+ 34,3	6,8	5,9	93,2	94,1	0,96	5,5	94,5	11,5	88,5
+ 338,4	+ 255,6	+ 212,0	+ 23,5	+ 42,3	6,6	5,9	93,4	941	0,74	5,6	94,4	11,8	88,2
+ 195,7	+ 166,1	+ 134,5	+ 17,7	+ 26,9	6,7	6,9	93,3	93,1	0,85	5,6	94,4	10,2	89,8
+ 181,0	+ 131,0	+ 123,9	+ 10,5	+ 27,5	6,9	6,6	93,1	93,4	0,32	6,1	93,9	17,6	82,4
+ 36,0	+ 21,0	+ 23,4	+ 5,7	+ 10,4	7,6	6,9	92,4	93,1	0,75	6,5	93,5	12,1	87,9
— 18,7	— 20,3	— 40,5	+ 0,1	+ 0,3	6,1	5,0	93,9	95,0	1,1	4,8	95,2	18,6	81,4

boutures de 5 semaines cultivées à la lumière du jour.

Gain brut			Gain en % de I			Gain en % racines		Poids sec relatif, hydratation, hydratabilité							
								total					t et f	rac.	
f	F	S	f	F	S	F	S	100 S / f	100 S / F	h	H	h	100 S / F	H	100 S / F	H
406	393	32	75,4	58,2	71,1	17,8	31,1	8,0	7,2	92,0	92,8	0,8	6,6	95,4	11,6	88,4
769	800	58	114,0	177,7	173,3	37,7	56,6	7,2	6,5	92,8	93,5	0,7	6,0	94,0	10,3	89,7
543	577	35	133,3	115,1	105,0	31,5	35,3	6,6	5,7	93,4	94,3	0,9	5,5	94,5	7,6	92,3
158	231	12	41,5	48,6	37,5	14,1	15,7	8,1	6,1	91,9	93,9	2,0	6,0	94,0	7,4	92,6
346	436	27	102,0	104,6	93,1	28,3	31,0	8,1	6,5	91,9	93,5	1,7	7,3	92,7	7,5	92,5
630	727	52	113,5	104,7	113,0	30,0	32,9	8,2	7,4	91,8	92,6	0,8	7,0	93,0	7,2	92,8
444	534	18	84,2	81,3	40,9	22,7	31,8	6,7	5,2	93,3	94,8	1,5	4,6	95,4	9,8	90,7
218	263	13	40,7	39	29,0	10,7	24,4	7,7	6,2	92,3	93,8	1,5	5,4	94,6	15,2	84,8
3.724	3.971	241	102,4	87,3	80	23,3	31,8	7,6	6,3	92,4	93,6	1,2	6,1	93,9	9,1	90,9
466	497	30														

Lux, soit une excitation de 24-36.000 Lux-heure.). Le gain est plus élevé en poids sec qu'en poids frais sauf pour les intensités inférieures à 2.000 lux. Entre 5-7.000 Lux le gain en poids frais est nul ; au-dessus de ces valeurs il y a perte en poids. La même chose se produit pour les poids secs mais avec un léger décalage vers les intensités supérieures. Il semble donc que l'absorption d'eau, des sels minéraux l'assimilation chlorophyllienne atteignent également un maximum entre 2.-3000 Lux. L'hydratation semble nettement favorisée par des éclairements peu intenses et est maximum pour une croissance maximum. Tout ceci semble confirmer les résultats de Shirley, Novikov, et établit un lien entre les résultats de Zellick, Lubi-



GRAPH. III. — Gain en % du poids initial en fonction de l'éclairement (lumière blanche artificielle)

F = poids frais maximum
f = poids frais actuel.
S = poids sec
—·—·— croissance en taille des tiges en fonction de l'éclairement.

menko, Schanz qui trouvent une augmentation en poids sec relatif en fonction de l'intensité lumineuse et les travaux de Garner-Allar montrant au contraire une diminution en poids frais en fonction de l'intensité lumineuse, et infirme les résultats de Davis trouvant que l'augmentation en poids sec est une fonction exponentielle de la longueur des jours.

Par rapport au poids frais actuel, les racines atteignent également un maximum entre 2-3.000 Lux, tandis que relativement au poids sec initial il semble qu'après avoir atteint une valeur assez constante entre 1.500 et 2.000 Lux elles atteignent des valeurs supérieures pour des éclairements plus intenses. Par rapport au poids sec formé, plus l'éclairement est intense, plus il y a de racines formées comparativement au poids des parties aériennes.

Séries L2, L3, L4. *Influence de la qualité de la lumière pour des éclairements équivalents.*

L'éclairement est égalisé à 1.900 Lux soit donc un éclairement optimum pour Tradescantia. Celui-ci est mesuré au niveau des terrines. Des difficultés techniques empêchent l'égalisation lumineuse au niveau du point végétatif. Ceci est fort regrettable surtout si l'on admet avec Rasumov, Cholodny, Lubimenko, que le point végétatif est particulièrement sensible à la lumière. Cependant jusqu'à présent aucun chercheur n'a appliqué cette méthode et les résultats mentionnés ici pourront donc être ainsi comparés aux leurs.

3 séries ont été faites à des époques différentes de l'année, la série L II du 19-7-37 au 31-8-37, L III du 1-9-37 au 5-10-37, LIV du 10-10-37 au 23-11-37. Les résultats sont sensiblement concordants ; cependant, une moyenne ne pourra être établie entre les trois séries.

Les résultats des pesées sur lots de 8 plantes, sont mentionnés aux tableaux IV-VI-VII, un aspect des cultures sera donné par les photographies IV-V. Faute de place, les mesures individuelles ne seront pas mentionnées ici, un aperçu de ces mesures pour 1 lot de 8 plantes de la série L IV sera donné par le tableau V. (1).

TABLEAU VI — du 1.IX.37 au 5.X.37. *Série LIII.* Lots de 8 plantes cultivées en lumières colorées égalisées à 1900 Lux.

	Poids final						100 R/T		Gain ou perte				100 S/f	h	100 S/F	
	Total		tiges et f.		racines				Brut		en % de I					
	f	S	f	S	f	S	f	S	f	S	f	S			t et f	rac.
J	5.846	628	5.235	532	611	96	11,6	18,0	+ 1.605	+ 328	37,8	109	10,7	89,3	10,1	15,7
R^3	11.179	671	10.700	628	479	43	3,9	6,7	+ 6.939	+ 371	163,6	123	5,9	94,1	5,8	10,0
R^2	10.487	660	10.288	619	199	41	1,9	6,6	+ 6.247	+ 360	147,3	120	6,3	97,7	6,1	20,6
R	10.501	755	10.075	682	426	73	4,2	12,1	+ 4.260	+ 455	100,4	151	7,2	92,8	6,7	17,1
L	9.098	598	8.908	546	190	52	4,5	9,5	+ 5.091	+ 298	120,0	99	6,4	93,6	6,1	12,9
B	9.098	558	8.920	533	178	25	2,0	4,7	+ 4.858	+ 258	114,5	86	6,1	93,9	5,9	14,1
S	5.384	377	5.241	357	143	20	2,7	5,7	+ 1.144	+ 77	26,9	25	7,5	93,0	7,6	15.3
O	3.517	271	3.456	265	61	26	1,7	12,3	— 723	— 29	17,0	10	7,7	92,3	7,8	13,2
tém.	4.240	300														

TABLEAU VII. — du 19.VII.37 au 31.VIII.37. *Série LII.* Lots de 8 plantes cultivés à des lumières colorées égalisées à 1900 Lux. (L = 1600 Lux).

	Poids final						100 R/T		Gain ou perte						100 S/f		
	Total		Tiges et f.		Racines				brut		en % de I						
	f	S	f	S	f	S	f	S	f	S	f	S	100 S/f	h	t et f	rac
J	18.780	1.256	16.361	10.071	2.492	198	15,2	18.2	+ 1.380	+ 781	+ 151,7	+ 164,4	6.6	95,4	6,5	7.9
R^3	15.234	797	14.525	737	797	50	5,4	6,7	+ 7.734	+ 312	+ 103,1	+ 65,6	5,2	94,8	5,0	6,2
R^2	16.874	885	16.264	841	610	44	3,8	5,3	+ 9.374	+ 410	+ 125,0	+ 86,5	5,2	94,8	5,1	7,0
R	18.325	1.067	17.832	295	498	72	3,7	7,2	+ 10.825	+ 592	+ 144,3	+ 124,6	5,7	94.3	5,4	10,8
L	10.716	617	10.169	563	547	54	5,3	10,2	+ 3.216	+ 132	+ 42,8	+ 28	5,7	94,3	5,5	10,5
B	12.860	732	11.292	685	573	49	5,0	7,1	+ 5.360	+ 257	+ 71,4	+ 52,6	5,6	94,4	6,0	8,5
S	8 799	516	8.509	481	290	75	3,4	7,3	+ 1.299	+ 41	+ 17,3	+ 8,6	5,8	94,2	5.9	12,0
O	6.519	345	6.324	320	185	25	2,5	0,3	— 3.481	— 130	— 46,4	— 27,3	5.8	94,8	5,2	6,4
tém.	7.500															

(1) Le détail de ces tableaux peut être obtenu au laboratoire de physiologie végétale de l'U.L.B

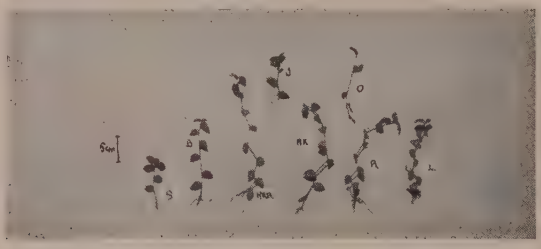
DISCUSSION.

1) Le gain ou la perte en poids exprimés en % du poids initial.

1° *En poids frais actuel.*

a) *Comparaison des résultats en* R 3, L, S, O. — La même gradation s'observe dans les trois séries, une perte de 20-40% à l'obscurité totale, un gain faible de 17-36% en bleu, un gain plus marqué de 120-195% en blanc et de 105-220% en rouge. Les différences sont très nettes, plus faibles toutefois dans le cas de LIV ou L et R3 diffèrent par des valeurs comprises entre les limites de variabilité.

Photo IV et V. — Aspects des plantes cultivées sous un éclairement de 1900 Lux — lumière artificielle colorée.



J = Lumière du jour
O = obscurité totale
RRR = lumière rouge, 700-510 mμ
RR = id. 700-540mμ + 500-460mμ
R = id. 700-540mμ + 510-460mμ
S = lumière bleue, 550-450mμ
B = éclairement et transmission équivalente pour toutes les longueurs d'onde
L = Lumière blanche de lampe à incandescence.

Nous conclurons : En poids frais actuel, le gain exprimé en % du poids initial est favorisé par la lumière rouge, il est faible pour la lumière bleue et est négatif à l'obscurité totale. En lumière blanche (somme approximative des spectres transmis par R et S) le gain est légèrement influencé par les radiations bleues et est inférieur à celui obtenu en rouge. Notons que les gains en poids frais maximum ont une valeur inférieure à ceux trouvés en *f* mais sont dans le même ordre

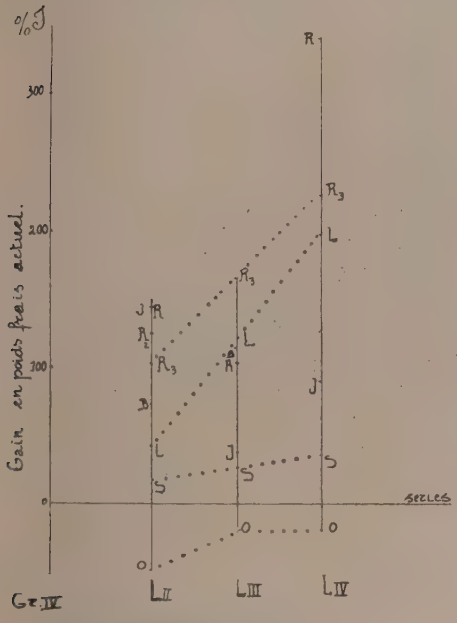
b) *Comparaison entre les résultats en* R2, R, B, S.

LII excepté, (L étant égal à 1.600 Lux) les valeurs obtenues en lumière bleutée B paraissent légèrement inférieures à celles trouvées en lumière blanche, cependant leur différence est proche de la limite de variabilité.

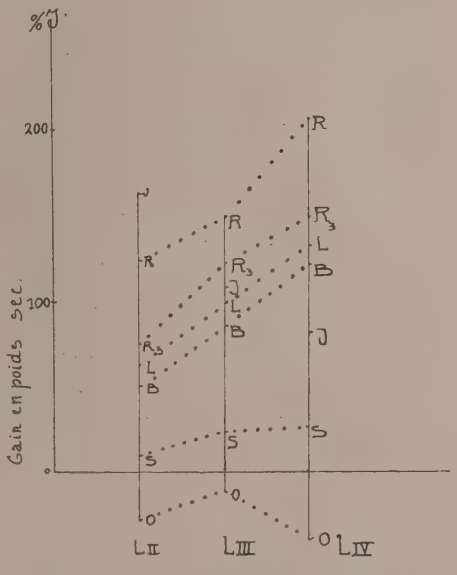
En LIV et en LII les lumières rouges additionnées de quelques radiations bleues-vertes de 440-540 mμ de faible intensité semblent favoriser le gain en poids frais ; toutefois, elles semblent l'inhiber légèrement en LIII. Notons que R2 et R3 diffèrent par des valeurs comprises entre les limites de variabilité.

Nous concluerons : le gain en poids frais actuel exprimé en % du poids initial semble influencé par de petites quantités additionnelles de lumières de qualités différentes.

L'addition de quelques radiations bleues-vertes à la lumière rouge paraît favoriser légèrement le gain ; tandis qu'une lumière blanche contenant un fort % de rayons bleus parait moins favorable que la lumière blanche d'une lampe à incandescence ordinaire et beaucoup plus favorable que la lumière bleue pure.



Gr. V. — Gain en poids sec pour 100 de poids initial.



Gr. IV. Gain en poids frais actuel exprimé en % du poids initial.

2° *En poids sec.*

a) *Comparaison des résultats en* R3, L, S, O. Ici comme en poids frais actuel les valeurs de gain en poids sec vont en croissant dans l'ordre suivant O, S, R3 et diffèrent nettement sauf en LIV où R3 et L entrent dans les limites de variabilité.

Nous concluerons également ; le gain en poids sec exprimé en % du poids

sec initial est moindre que le gain correspondant en poids frais actuel ; il atteint une plus forte valeur en lumière rouge qu'en lumière blanche, il est faible en lumière bleue et négatif à l'obscurité.

b) *comparaison des résultats en* L, S, R, R2, R3. LII excepté (L = 1.600 Lux) le gain en B semble inférieur au gain en L ; toutefois ces différences ne sont pas appréciables en LIVB ; cependant ces valeurs sont fortement supérieures aux valeurs du gain en S.

Les gains en lumière rouge additionnée de radiations bleues-vertes sont nettement supérieurs aux gains en lumière rouge pure sauf en LIII où R2 et R3 diffèrent par des valeurs inférieures à la limite de variabilité.

Nous concluerons : le gain en poids sec exprimé en % du poids initial est influencé par de petites quantités de lumière additionnelle d'une qualité différente. La lumière bleu-verte additionnée à la lumière rouge produit un gain plus important, tandis que la lumière bleue en % élevé dans la lumière blanche semble diminuer quelque peu le gain et est en tout cas beaucoup plus favorable que la lumière bleue pure.

Comment expliquer le comportement du gain en poids frais et sec vis-à-vis de la qualité de la lumière ? Deux hypothèses peuvent se présenter : une différence de photosynthèse, de respiration ou de transpiration ou une absorption plus ou moins forte de sels minéraux. Cette dernière hypothèse peut être écartée puisque l'absorption dépend de l'importance du système radiculaire. En effet, s'il en était ainsi elle devrait être la plus importante en lumière du jour où le système radiculaire est le mieux développé relativement aux feuilles, ce qui n'est pas le cas. De plus une absorption de sels minéraux ne pourrait expliquer uniquement un gain de 200 à 300% de poids initial. Restent les différences de photosynthèse, respiration, transpiration. Le gain élevé en lumière rouge est attribuable vraisemblablement à une meilleure activité chlorophyllienne dans cette partie du spectre ; et la déficience de celle-ci dans le bleu-violet (cf. les expériences sur l'influence de la longueur d'onde sur la photosynthèse de Burns (1934) ; Lubimenko (1930), Dastur Metha (1936), Montfort (1936), Gabrielsen (1931), Warburg-Negelein ; quant à l'action de la qualité lumineuse sur la transpiration, il faut admettre avec Pyrkosch (1937) que la résistance à la transpiration est beaucoup plus élevée en lumière rouge qu'en lumière bleue ; ceci expliquerait également le gain en poids constaté en lumière rouge.

Le gain plus élevé en lumière rouge qu'en lumière blanche ne peut s'expliquer que par l'influence inhibitrice de quelques radiations bleu-violettes transmises par l'écran de sulfate de cuivre et absorbées par l'écran de cellophane rouge ou par le choix de l'intensité lumineuse ainsi que l'ont montré des expériences ultérieures.

Le gain, plus élevé en lumière rouge additionnée des radiations de 510-440 mμ, qu'en lumière rouge pure indique que la photosynthèse est activée par la présence de ces longueurs d'onde.

Le fait que le gain en lumière bleutée diffère peu du gain en lumière blanche, tout en lui étant inférieur, indique une action prépondérante des radiations rouges,

tandis qu'en lumière transmise par le sulfate de cuivre où aucune radiation rouge n'agit, le gain est très faible.

La perte à l'obscurité totale après un assez long séjour a fait l'objet d'un travail particulier. Cette perte est due à l'absence d'assimilation chlorophyllienne, l'absorption en eau et en sels minéraux ne suffisant pas à compenser les pertes dues à l'activité vitale.

Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux obtenus par d'autres auteurs, étant donné que la plupart d'entre eux ont travaillé avec la lumière solaire comme source lumineuse ; que peu se sont occupés de peser les plantes en expérience et qu'aucun n'a travaillé sur des boutures. Cependant, particulièrement au Boyce-Thompson Institute l'on a travaillé la question du gain en poids en fonction de la longueur d'ondes. Popp (1926) et Shirley (1930) y travaillèrent dans des serres munies de verres colorés sur des plantes de semis (en général plantes de lumière comme le tournesol et la tomate) et ont obtenu de moins bons résultats en lumière rouge qu'en lumière blanche. En plus des considérations énumérées ci-dessus nos résultats ne peuvent être comparés aux leurs puisque les écrans employés n'ont pas la même transmission et que l'excitation lumineuse n'a pas été déterminée. De plus leurs expériences en lumière bleue sont peu nombreuses comparativement à celles effectuées en lumière rouge. Il semble que l'on ne puisse conclure que la lumière bleue soit en tout cas plus favorable à la croissance en poids que la lumière rouge, à moins que la quantité d'éclairement n'interfère avec la qualité.

II. Le poids sec relatif, l'hydratation, l'hydratabilité.

Calculé par rapport à 100 de poids frais actuel, le poids sec relatif a une valeur plus faible pour la lumière blanche qu'en lumière bleue. La lumière rouge semble indiquer dans les trois cas des valeurs inférieures à celles obtenues en lumière blanche : toutefois, ces différences sont comprises entre les limites de variabilité.

Ces résultats semblent plus nets pour le poids sec rapporté à 100 de poids frais maximum. L'hydratation est donc plus élevée en lumière rouge si l'on considère le poids total et le poids des tiges et feuilles.

Le poids sec relatif des racines semble beaucoup plus élevé que celui des tiges tout particulièrement à l'obscurité totale ; il prend des valeurs décroissantes pour S, L, R3.

Quant à l'hydratabilité elle n'a pu malheureusement être calculée que pour LIV ; dans ce cas, elle prend des valeurs sensiblement identiques pour les diverses cultures.

Tout ceci confirme les résultats de Popp, Shirley, Penfound et s'explique avec le fait que la transpiration est moins forte en lumière rouge qu'en lumière bleue (Penfound).

III. Le poids des racines rapporté a 100 de tiges et feuilles.

a) *En poids frais.*

La valeur la plus faible est atteinte à l'obscurité totale et la valeur maximum à la lumière du jour. En lumière artificielle, le développement est relativement faible.

Il semble que les lumières blanches et rouges soient plus favorables que la lumière bleue.

b) *En poids sec* : aucune conclusion ne peut être retirée de ces résultats étant donné la forte variabilité.

CONCLUSIONS.

Au cours de ce travail, il a été possible de réaliser un montage permettant l'étude du comportement de *Tradescantia fluminensis Kth.* en lumière artificielle blanche ou colorée d'intensités croissantes ou à égal éclairement de 2.000 Lux. Cette réalisation a donné lieu à une étude particulière surtout en ce qui concerne l'étude des écrans employés.

La durée de culture est de 5 semaines, des expériences préliminaires à l'obscurité totale ayant montré qu'après cette période tout gain en matière organique doit être attribué à la seule influence de la lumière. Les résultats suivants ont été obtenus :

1) Parmi des éclairements croissants jusqu'à 8.000 Lux, 2.000 Lux semble être l'éclairement optimal pour une période de 12 h. par jour. A cet éclairement, les poids sec, frais actuel, maximum, des tiges et des racines atteignent un maximum tandis que le poids sec relatif semble présenter un minimum c'est-à-dire que l'hydration est maximum pour cet éclairement.

2) L'influence de la qualité de la lumière, à éclairement et excitation (35 jours de 12 h. d'éclairement de 1.900 Lux) équivalents pour chaque culture, se marque de la façon suivante pour les boutures cultivées dans des conditions semblables de température d'humidité.

Les poids frais actuel ou maximum et sec (gain exprimé en % du poids initial) sont favorisés par la lumière rouge (575-700 mμ). La lumière bleue (450-550 mμ) leur est peu favorable. A l'obscurité totale une perte est observée.

La lumière blanche, somme approximative des radiations transmises par les écrans rouges et bleus est moins favorable au gain que la lumière rouge.

L'addition à la lumière rouge de quelques radiations bleu-vertes (510-460 mμ) de très faible intensité, semble favoriser le gain ; une lumière bleutée présentant une transmission à peu près équivalente de toutes les radiations du spectre (légèrement supérieure cependant pour les radiations bleues) est moins favorable au gain que la lumière blanche d'une lampe à incandescence.

Il semble donc que certaines radiations bleu-violettes inhibent de l'une ou l'autre façon le gain en poids.

Le poids sec relatif est plus faible pour les lumières rouges et blanches et est plus élevé en lumière bleue.

Le poids sec relatif des racines et celui des tiges suivent les mêmes variations que le poids total. Toutefois le poids sec relatif des tiges est nettement supérieur à celui des racines, ceci dans toutes les expériences

Par rapport à 100 unités de tige, le développement radiculaire semble plus marqué en lumière rouge et blanche, qu'il ne l'est en lumière bleue et à l'obscurité.

Laboratoire de physiologie végétale. Institut botanique Léo Errera, Université libre de Bruxelles.

TABLE DES MATIÈRES

du tome LXXIV.

Composition du Conseil d'Administration de la Société Royale de Botanique de Belgique pour l'année 1941 5

Assemblée générale du 2 février 1941 7

Mlle E. FRITSCHÉ. — Organographie et Ethologie de *Bellis perennis* 11

M. P. DUVIGNEAUD. — Note sur les glucides et l'hydratation de *Brassica rapa* var. *rapa* (L.) Th. 20

M. P. DUVIGNEAUD. — Les associations épiphytiques de la Belgique 31

M. V. CONARD. — Sur la Pathologie de la mitose 54

Séance du 4 mai 1941 87

M. H. KUFFERATH. — Récoltes, algologiques à Onoz-Gembloux, Rouge Cloître, Lierre-Hérenthals et en Campine 94

Mlle LEJOUR. — Morphologie des chromosomes de *Pisum sativum* 108

Séance du 12 octobre 125

M. L. I. J. VAN MEEL. — Essai sur la végétation algologique du district poldérien des deux rives de l'Escaut 128

MM. P. DUVIGNEAUD, C. VANDEN BERGHEN et P. HEINEMANN. — A propos de la disparition d'un site naturel. — Le marais de Bergh et sa flore 139

Mlle E. FRITSCHÉ. — Ethologie du *Crocus* (Safran) (suite) .. 154

Séance du 7 décembre 1941 166

M. W. ROBYNS. — Sur un nouveau cas de polyembryonie dans le *Juglans nigra* L. 167

M. J. E. DE LANGHE. — Note sur le *Carex nemorosa* Reb. 174

M. M. HOMÈS. — La définition de l'état d'hydratation des tissus végétaux 178

Mlle G. H. J. VAN SCHOOR. — L'augmentation du poids de *Tradescantia fluminensis* KTH. en fonction de l'éclairement 184

IMPRIMERIE J. DUCULOT, GEMBLOUX (*Imprimé en Belgique*).